

НОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ЛОКОМОТИВОВ

А.В. Грищенко · Е.В. Козаченко

Учебное пособие

А.В. Грищенко, Е.В. Козаченко

НОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ЛОКОМОТИВОВ

Допущено
Федеральным агентством железнодорожного транспорта
в качестве учебного пособия для студентов вузов
железнодорожного транспорта

Москва
2008

УДК 629.42.064.05
ББК 39.23
Г82

Рецензенты: ведущий конструктор ПКБ УТ — филиал ОАО «РЖД» *А.А. Кунилов*; проф. кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» МИИТа, д-р техн. наук *Е.Ю. Логинова*

Грищенко А.В., Козаченко Е.В.

Г82 Новые электрические машины локомотивов: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. — М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. — 271 с.

ISBN 978-5-89035-520-1

В учебном пособии рассмотрены вопросы конструкции новых электрических машин переменного и постоянного тока. В нем также содержатся основные положения технического обслуживания и текущего ремонта новых электрических машин в условиях локомотивного депо. Уделено внимание характерным неисправностям электрических машин подвижного состава и их определению.

Предназначено для студентов вузов железнодорожного транспорта специальности «Локомотивы» при изучении дисциплин «Электрические машины» и «Электропривод и преобразователи подвижного состава», а также может быть полезно работникам локомотивных депо, связанным с обслуживанием и ремонтом электрических машин.

УДК 629.42.064.05
ББК 39.23

ISBN 978-5-89035-520-1

Введение

Электрические машины, предназначенные для установки на локомотивах, должны удовлетворять ряду особых требований и работать в специфических условиях, существенно отличающихся от условий их эксплуатации в стационарных условиях, например, в промышленности. Для электропривода узлов и агрегатов локомотивов используются электрические машины с очень широким диапазоном мощностей и скоростей вращения. В частности, на локомотивах применяются электродвигатели и генераторы мощностью от нескольких десятков ватт до нескольких тысяч киловатт. Частота вращения роторов локомотивных электрических машин различного назначения находится в пределах от 1 до 200 $с^{-1}$. Быстроходность транспортных электрических машин определяется не только спецификой приводимых механизмов, но, в значительной мере, стремлением уменьшить размеры и массу как самих электрических машин, так и механизмов.

Вопросы теории электрических машин, включая принципы действия, основные методы расчета, тягово-энергетические характеристики, проектирование и конструирование, достаточно полно отражены в учебной и научной литературе. Особые требования к конструкции и специфике эксплуатации, которые должны учитываться при создании машин, определяют методологию конструирования электрических машин с учетом ГОСТ 2582-81.

А. Специфические особенности конструкции

1. При заданной мощности $P_н$ и частоте вращения $n_н$ габариты и масса электрической машины, устанавливаемой на локомотивах, должны быть минимальными, так как они обязательно должны вписываться в габариты подвижного состава и обеспечивать требуемую нагрузку на ось.

2. Конструкция всех деталей транспортной электрической машины должна обеспечивать особо высокую их надежность с учетом специфических условий эксплуатации.

3. Габаритные ограничения, обусловленные размещением электрической машины на локомотиве, диктуют необходимость максимального использования внутреннего объема машины и осуществления ряда специальных мероприятий — применение теплостойкой изоляции, использование материалов, допускающих повышенные рабочие температуры частей машины, внедрение прогрессивных конструктивных и технологических решений.

4. Обеспечение возможно большей независимости электрической машины от обслуживающих ее механизмов.

5. В связи со стесненными габаритами у тяговых электрических машин наблюдается более высокая рабочая температура, по сравнению с электрическими машинами общего применения.

6. Для гарантированной защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током все электрические машины должны быть надежно закрыты прочными кожухами или крышками, а также оснащены блокирующими устройствами, максимально уменьшающими вероятность выхода из строя основных элементов электрооборудования при неправильных действиях обслуживающего персонала.

Б. Специфические особенности эксплуатации и обслуживания

Электрические машины подвижного состава работают в тяжелейших условиях, поэтому необходимо учитывать следующие специфические особенности их эксплуатации.

1. Машины должны безотказно работать без технического обслуживания и наблюдения в течение определенного, оговоренного Техническими условиями, промежутка времени. В этой связи особенно важно, чтобы электрооборудование обладало высокой готовностью к действию и могло бы быстро восстанавливать свою работоспособность после возникновения тех или иных отказов.

2. Условия эксплуатации локомотивных электрических машин резко отличны от условий работы стационарных машин, а именно:

а) колебания температуры окружающей среды как при работе, так и при бездействии машины могут составлять от -50 до $+50$ °С при относительной влажности до 95 ± 3 %, что снижает механическую прочность ряда деталей; при низких температурах большинство изоляционных материалов становятся хрупкими, в них появляются трещины. Летом (особенно в южных районах) работа электрических

машин затруднена — ухудшаются условия охлаждения. Повышенная влажность воздуха, особенно во время дождя или снега, вызывает коррозию металлических частей и ухудшает качество изоляции;

б) периодическое, а иногда и постоянное воздействие на корпус электрической машины импульсов ускорения, превышающих ускорение силы тяжести в 10—20 раз, приводит к ударам на стыках рельсов, что вредно для тяговых двигателей. Динамические силы, действующие на детали электрических машин, могут привести к различным повреждениям: обрыву проводов и обмоток, особенно в местах пайки и крепления, появлению трещин и порче электрической изоляции, ускоренному износу осей и подшипников, нарушению нормальной работы упругих элементов;

в) вредное воздействие на элементы конструкции тяговых электрических машин атмосферной влаги, паров дизельного топлива и дизельного масла.

Основные требования к электрическим машинам по условиям эксплуатации и динамическому воздействию приведены в ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 30631-99.

3. Конструкция машины и условия размещения ее на локомотивах должны обеспечивать удобный доступ к следующим конструктивным элементам:

а) подшипникам скольжения с жидкой смазкой, где необходимо контролировать при автономной смазке достаточность подачи масла, а при принудительной смазке — наличие циркуляции масла через подшипники;

б) подшипникам качения с консистентной смазкой для частичной замены и пополнения смазки без разборки подшипникового узла;

в) щеточному аппарату коллекторов машин постоянного тока или контактным кольцам машин переменного тока;

г) болтам крепления главных и добавочных полюсов машин постоянного тока;

д) воздухоохладителям и соединениям трубопроводов;

е) коробкам выводов машин всех родов тока;

ж) элементам, имеющим большую массу, для использования при обслуживании и ремонте грузоподъемных механизмов;

з) соединительным муфтам.

4. Электрические машины, установленные снаружи локомотивов, при движении обдуваются встречным потоком воздуха, содержащим

частицы пыли, обладающие абразивным действием. Они разрушают изоляцию электрических машин, ухудшают работу подшипников и создают условия для возникновения токопроводящих цепочек, которые могут вызывать короткие замыкания.

Создание новых, более совершенных и более надежных электрических машин возможно только при глубоком знании физических процессов, происходящих в работающих машинах аналогичного назначения. Например, необходимо обладать знаниями об износе, релаксации и усталости металлов, коррозии и эрозии, возникающих в результате воздействия на элементы конструкции движущегося потока жидкости, а также о старении масел и консистентных смазок, термическом старении электрической изоляции, влиянии запыления, длительного воздействия повторяющихся перегрузок различных видов, вибраций и т.п. Все эти процессы заметно проявляются лишь в течение длительных периодов времени работы машины, и достоверную информацию обо всем этом может дать только систематическое изучение опыта эксплуатации оборудования, работающего в реальных условиях подвижных объектов.

При проведении более глубоких видов ремонта рекомендуется использовать руководства по среднему и капитальному ремонту электрических машин.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов железнодорожного транспорта для специальностей, связанных с эксплуатацией, ремонтом и обслуживанием подвижного состава железных дорог, а также может быть использовано практическими работниками при обслуживании и ремонте электрических машин локомотивов.

Глава 1. УСТРОЙСТВО ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

1.1. Условия работы тяговых электрических машин

Тяговые электрические машины на локомотивах работают в очень тяжелых условиях. На них действуют ударные вибрации, вызванные неровностями и рельсовыми стыками пути с ускорениями до 20*g* для тяговых электродвигателей с опорно-осевой подвеской, а для электродвигателей с опорно-рамной подвеской и машин, расположенных в кузове, — 3*g*. Машины также испытывают вибрации от дизеля частотой 15...20 Гц.

Согласно ГОСТ 15150-69 тяговые электрические машины должны быть работоспособными на высоте до 1200 м над уровнем моря при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40 °С для умеренного исполнения (У), а для особо холодных районов (УХЛ) — от минус 60 до плюс 40 °С при резких изменениях температуры (на 20...30 °С в течение 2...3 ч), выпадении росы, в запыленном, влажном воздухе и др.

Электрические машины должны развивать большую мощность на единицу массы и объема по сравнению с машинами общего назначения. Конструкция, технология изготовления, используемые материалы должны обеспечивать продолжительную безотказную работу при больших перегрузках, различных загрязнениях и попадании влаги, снега внутрь их в определенных количествах. Машины должны быть ремонтопригодными в эксплуатации, поэтому основные детали тяговых электрических машин при исполнении имеют ряд особенностей. Изоляция обмоток выполняется из материалов с классами нагревостойкости H и F (более раннего изготовления — класса B), обеспечивающих высокую нагревостойкость и влагостойкость. С целью повышения электрической и механической прочности, долговечности и монолитности изолированные обмотки машин,

расположенные на сердечниках, пропитывают в кремнийорганическом лаке или термореактивном компаунде и запекают. Открытые поверхности обмоток и других деталей электрических машин покрывают дугостойкой электроизоляционной эмалью и сушат при высокой температуре.

Для усиления корпусной изоляции в пазах сердечников якорей и статоров производят выстилку пазов, например, пленочной стеклотканью. Лобовые части обмоток якорей в большинстве случаев закрепляют бандажами, выполненными из высокопрочной и теплостойкой стеклобандажной ленты, пропитанной термореактивным лаком.

Все тяговые электрические машины имеют воздушное охлаждение, с использованием в основном независимой нагнетательной вентиляции.

Несущие детали, сборочные литые и сварные единицы изготовляют из высококачественной стали с улучшенной термической и механической обработкой. Соединение деталей путем посадок производят с повышенными натягами.

Подшипники качения выполняют по специальным техническим условиям для железнодорожного подвижного состава, применяют консистентную смазку, сохраняющую смазывающие свойства при длительной работе подшипников с изменением температуры от минус 60 до плюс 120 °С.

Конструкция тяговых электрических машин локомотивов значительно отличается от конструкции обычных стационарных генераторов и электродвигателей. Это объясняется тем, что они должны располагаться в стесненном объеме кузова или тележки, а во время движения локомотива работать в переменном режиме и подвергаться ударам и вибрациям, неизбежным во время движения. При создании машин применяются самые современные материалы с высокими температурными, механическими и магнитными свойствами.

1.2. Синхронный тяговый генератор ГСТ 2800-1000

Синхронный тяговый генератор тепловозов ГСТ 2800-1000 предназначен для эксплуатации на тепловозах с электрической передачей переменно-постоянного или переменно-переменного тока мощностью до 3000 кВт и служит для преобразования механической энергии дизеля в электрическую. Такие генераторы применяются на тепловозах ТЭП70, ТЭП70БС и 2ТЭ70.

Вырабатываемый тяговым генератором трехфазный переменный ток частотой до 100 Гц используется для питания тяговых электродвигателей через выпрямительную установку или выпрямительную установку и инверторный преобразователь.

Конструкция тягового генератора во многом определяется специфическими особенностями его работы на тепловозе — переменные режимы и стесненные габариты. Поэтому в нем применены материалы, допускающие высокие температуры, и стали, обладающие хорошей магнитной проводимостью.

Основные технические характеристики синхронного тягового генератора ГСТ 2800-1000 для продолжительного режима работы приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Основные параметры тягового генератора ГСТ 2800-1000

Наименование параметра	Исполнение тягового генератора	
	ГСТ 2800-1000У2	ГСТ 2800-1000Т2
Мощность активная, кВт	2800	1850
Напряжение линейное, В	580/360	535/345
Действующее значение линейного тока, А	2 × 1500/2 × 2400	2 × 1100/2 × 1700
Максимальное значение действующего линейного тока, А	2 × 3700	2 × 2700
Номинальная частота вращения ротора, $с^{-1}$ (об/мин)	16,67 (1000)	16,67 (1000)
Номинальная частота электрического тока, Гц	100	100
Коэффициент полезного действия, %	95,9/95	95
Значение выпрямленного напряжения, В	750/475	700/425
Значение выпрямленного тока, А	3660/5900	2360/3900
Значение выпрямленного максимального тока (в течение 2 мин), А	8700	6600
Макснмальный ток возбуждения, соответствующий точке продолжительного режима прн высшем напряжении 580 ± 29 В, А	185	–
Номинальный расход охлаждающего воздуха, $м^3/с$	4,45	4,0
Номинальное статическое давление, Па	1372	500

Генератор ГСТ 2800-1000 (рис. 1.1) представляет собой синхронную электрическую машину защищенного исполнения, с явновыраженными 12 полюсами на роторе, с независимым возбуждением,

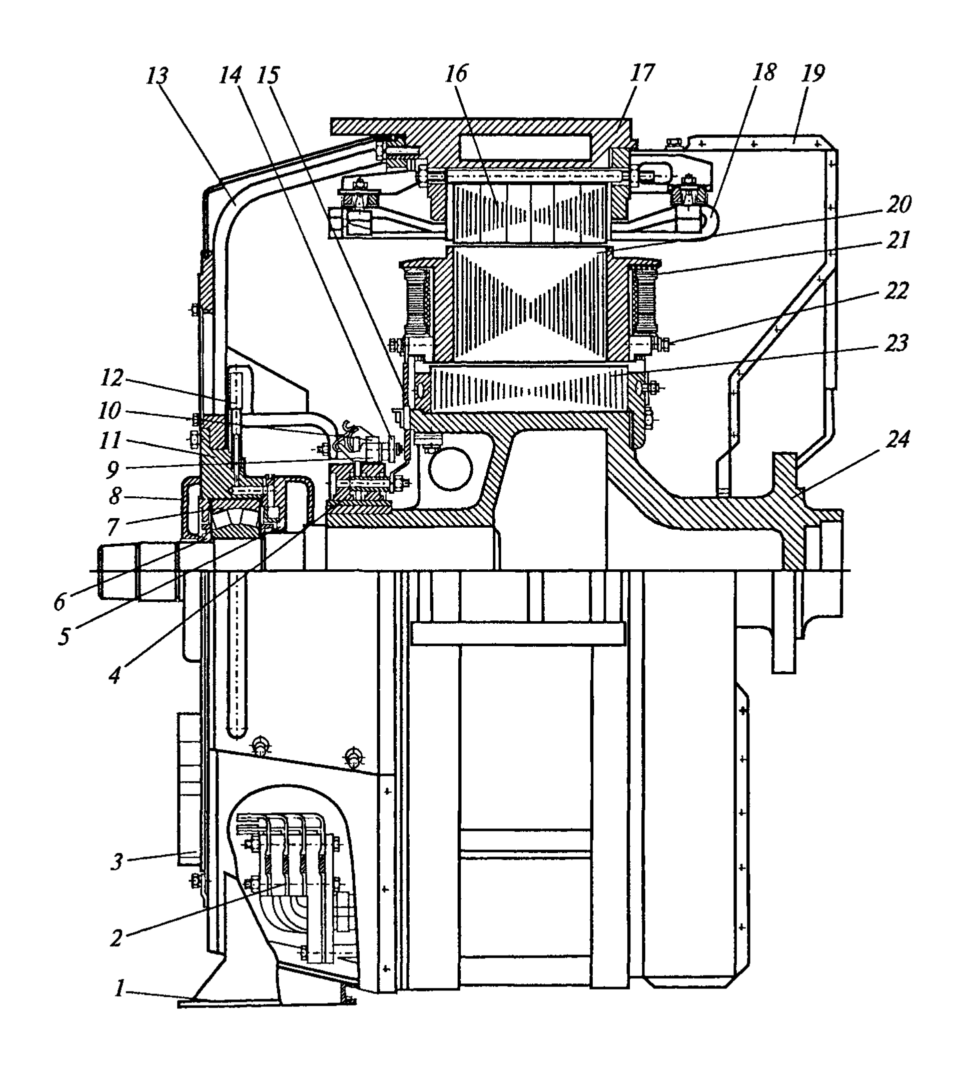


Рис. 1.1. Продольный разрез тягового генератора ГСТ 2800-1000:
1 — выходной патрубок; *2* — выводы обмоток статора; *3* — клицы; *4* — контактные кольца; *5* — задняя крышка подшипника; *6* — уплотнительное кольцо; *7* — роликовый подшипник; *8* — передняя крышка подшипника; *9* — щеткодержатель; *10* — щетка; *11* — ступица; *12* — смазочная трубка с масленкой; *13* — подшипниковый щит; *14* — траверса; *15* — соединительная шина; *16* — сердечник статора; *17* — корпус; *18* — обмотка статора; *19* — кожух; *20* — сердечник полюса; *21* — катушка полюса; *22* — межполюсная шина; *23* — магнитопровод (индуктор); *24* — корпус ротора

и принудительной вентиляцией. Охлаждающий воздух подается осевым вентилятором через сборный стальной патрубок со стороны, противоположной контактным кольцам (со стороны дизеля). В нижней части подшипникового щита под контактными кольцами укреплен стальной патрубок *1* для выброса в атмосферу нагретого воздуха. При необходимости воздух может частично выбрасываться в кузов тепловоза. Охлаждающий воздух забирается снаружи через воздушные фильтры, установленные с боков кузова тепловоза. В фильтрах воздух очищается от пыли, снега, масла и капель воды.

Тяговый генератор вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны контактных колец. Генератор ГСТ 2800-1000 состоит из неподвижного статора и вращающейся части — ротора *24* с полюсами возбуждения *20*, питаемыми постоянным током через кольца *4* и щетки *10*.

Статор двигателя имеет сварной корпус *17*, изготовленный из стальных листов, которым с помощью вальцевания придается цилиндрическая форма, и сердечник *16*, в пазах которого располагаются обмотки. К корпусу статора параллельно его оси с двух сторон приварены опорные лапы для установки тягового генератора на поддизельную раму. Перпендикулярно лапам для повышения их жесткости к корпусу статора приварены стальные ребра с проушинами, предназначенными для подъема и транспортировки генератора. В верхней части корпуса приварены кронштейны, служащие опорами для установки на генераторе синхронного возбудителя и стартер-генератора (также здесь может быть размещена выпрямительная установка).

Кроме статической механической нагрузки от массы сердечника, обмотки и других узлов, корпус воспринимает динамические нагрузки от поддизельной рамы, на которой он установлен. Часть статора, образующая пространство контактных колец, т.е. не служащая для проведения магнитного потока, выполнена в виде отдельных закрытых тонкостенными кожухами ребер, обеспечивающих только механическую прочность.

Сердечник статора *16* изготовлен из штампованных листов высоколегированной электротехнической стали в виде сегментов толщиной 0,5 мм. Сердечник разбит на пакеты, содержащие шесть слоев сегментов. В листах имеются отверстия, образующие вентиляционные каналы. По внутреннему контуру в сегментах выштампованы пазы для укладки обмотки. Сегменты набираются на 24 шпильках со скользящей посадкой в корпусе статора.

Для снижения потерь от вихревых токов поверхность листа статора покрыта электроизоляционным лаком. С той же целью равномерно, через определенное число листов статора, в пакете проложены изолирующие листы из стеклотекстолита.

Торец сердечника статора со стороны подшипникового щита опирается на вертикальную стенку корпуса статора, с противоположной стороны — на нажимную шайбу статора, вместе с которой сердечник статора запрессован и зафиксирован болтами под прессом.

В пазах статора уложены две двухслойные трехфазные катушечные обмотки. Катушки обмотки жесткие и формируются из медного изолированного провода ПСДКТ-Л. Секция обмотки прямоугольной формы, соответствующей форме паза сердечника, выполнена из девяти уложенных друг на друга широкой стороной медных проводников *4* (рис. 1.2). Лобовые части обмотки крепятся к корпусу статора с помощью пластмассовых обмоткодержателей с запрессованными в них шпильками. Выводы обмотки статора имеют усиленную систему, пайка их к шинам производится серебросодержащим припоем. Лобовые части от радиального и тангенциального перемещения фиксируются обмоткодержателями, изготовленными из прессматериала миканит.

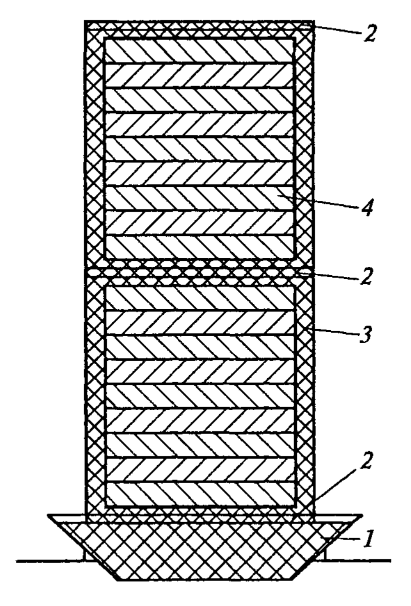


Рис. 1.2. Разрез паза тягового генератора ГСТ:
1 — клин; *2* — прокладки под клин, между катушками и на дно паза; *3* — корпусная изоляция; *4* — проводник

Для защиты изоляции катушек от механических повреждений в пазы статора укладываются пазовые гильзы из пленкостеклоткани *3*, на торцах зубцов статора закреплены изолирующие коронки. Снаружи паз закрыт клином *1* из стеклотекстолита.

Изоляция катушек обмотки статора класса F, термореактивная «Монолит-2». Изоляция влагостойкая, стойкая к парам масла, что обеспечивает надежную работу тягового генератора при резких перепадах температуры окружающей среды в рабочем и нерабочем состоянии.

Для уменьшения пульсаций выпрямленного напряжения обмотка выполнена по схеме двух независимых звезд (с двумя параллельными ветвями в каждой), сдвинутых одна по отношению к другой на 30° эл. В каждой звезде обмотки имеются две параллельные ветви (рис. 1.3).

Выводы обмоток предназначены для подключения тягового генератора к электрическим цепям тепловоза. Обмотка статора имеет шесть выводов (по три от каждой «звезды» — 1С1, 1С2, 1С3 и 2С1, 2С2, 2С3) и два вывода от нулевых точек (1О и 2О). Выводы фаз пред-

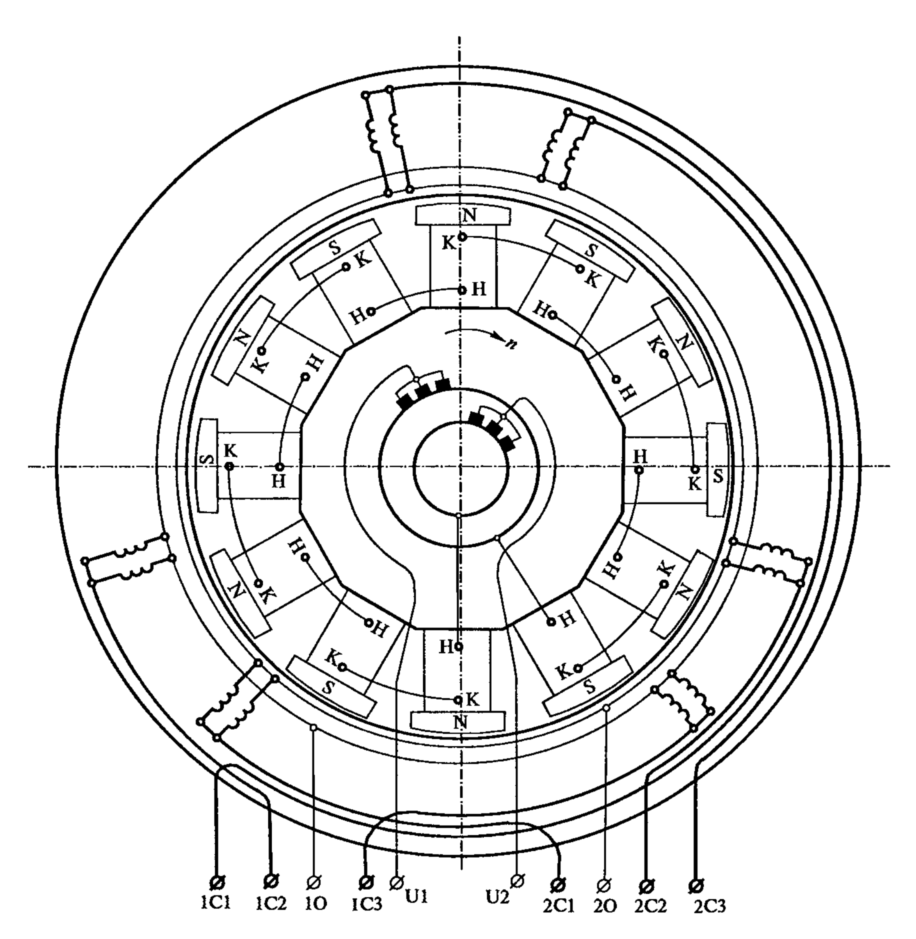


Рис. 1.3. Схема электрических соединений обмоток тягового генератора ГСТ

ставляют собой гибкие шины, набранные из тонкой медной ленты, паянные к жестким луженым контактам с отверстиями для подключения к потребителям.

Ротор двигателя имеет сварно-литой корпус *24* (см. рис. 1.1), на котором собран и спрессован шихтованный пакет из двухмиллиметровых стальных листов индуктора *23*. По обеим сторонам пакета расположены активные нажимные шайбы, выполняющие роль не только конструктивно-несущего элемента, т.е. служащие для закрепления пакета листов на корпусе с помощью посадочного натяга, но используемые также в качестве магнитно-активного железа. Весь набор из листов и нажимных шайб выполняет функции магнитопровода ротора.

В этих листах выштампованы пазы в форме «ласточкина хвоста», в которых на готовом корпусе ротора клиньями крепят 12 сердечников полюсов *20* моноблочной конструкции. До шихтовки листов индуктора в корпус запрессовывают и механически обрабатывают вместе с ним вал ротора.

Сердечник полюса ротора (рис. 1.4) набран из листов *1* конструкционной стали толщиной 1,4 мм и вместе с двумя опорными «щеками» спрессован и стянут четырьмя стальными заклепками (или шпильками) *2*.

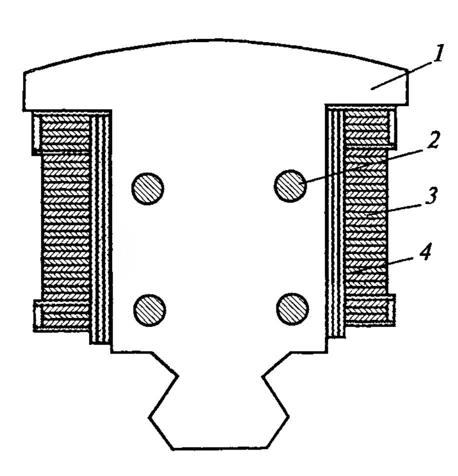


Рис. 1.4. Полюс генератора тягового генератора ГСТ:
1 — сердечник; *2* — заклепка (шпилька); *3* — катушка полюса; *4* — изоляционная прокладка

Катушки полюсов *3* ротора выполнены из медной ленты МГМ размером 1,35 × 25 мм, гнутой «на ребро». Между витками меди проложена изоляционная прокладка *4*, представляющая собой отдельные листы, выштампованные по форме витка катушки. Катушка пропитана термореактивной эпоксидной изоляцией типа «Монолит 2» класса F и в сборе с сердечником полюса представляет собою моноблок, что исключает любые перемещения катушки относительно сердечника.

Соединение выводов катушек обеспечивают гибкие межполюсные шины, которые рас-

положены на торце магнитопровода. Все выводы катушек полюсов ротора с помощью контактных сегментов и болтов соединены последовательно, катушки с прямой и перекрещенной намоткой витков меди устанавливают на роторе через одну (см. рис. 1.3).

В отличие от тягового генератора ГС-501А ротор генератора ГСТ 2800-1000 выполнен без компенсационной обмотки.

Ротор имеет два вывода U1 и U2, представляющие собой провода с наконечниками. Выводы предназначены для включения тягового генератора во внешнюю цепь возбуждения. С противоположной стороны ротора имеется фланец, с помощью которого через эластичную пластинчатую муфту ротор соединен с фланцем коленчатого вала дизеля.

Контактные кольца (см. рис. 1.1) обеспечивают непрерывный контакт неподвижной части цепи питания обмотки возбуждения с подвижным ротором.

Контактные кольца *4* изготовлены из коррозионностойкой стали и напрессованы на изолированный цилиндр, насаженный на корпус ротора с натягом. В каждом контактном кольце в качестве контактного вывода закреплена токоподводящая шпилька.

Во внутренней полости тягового генератора на изогнутых ребрах с помощью четырех изоляторов закреплены две подвески *5* (рис. 1.5), на каждой из которых установлены три радиальных латунных щет-

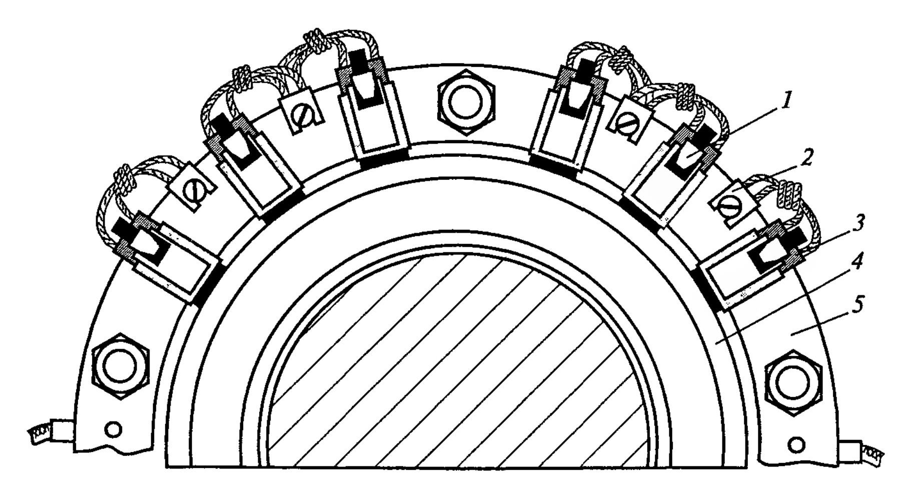


Рис. 1.5. Контактная система тягового генератора ГСТ:
1 — щеткодержатель; *2* — шунт; *3* — щетка; *4* — контактное кольцо; *5* — траверса

кодержателя *1*, конструкция которых предусматривает постоянное усилие нажатия пружины на щетку *3* независимо от величины ее износа. Щетка вставлена в гнездо щеткодержателя и прижимается спиральной пружиной через рычаг к контактному кольцу *4* ротора. Постоянный контакт щеток с поверхностью контактных колец обеспечивается усилием нажатия пружины на щетку, равным 16...20 Н, в процессе всей эксплуатации независимо от степени износа щетки.

Во избежание смещений закрепленных на траверсе щеткодержателей и для точной установки их относительно рабочей поверхности контактных колец, поверхности щеткодержателей, опирающиеся на траверсу, и соответствующие участки траверсы имеют специальное рифление одинакового профиля. С помощью болтов щеткодержатели крепятся по три на каждой траверсе подшипникового щита. Устанавливается шесть щеток марки ЭГ-4 размером 25 × 32 × 64 мм, снабженных резиновыми амортизаторами, которые служат для защиты от ударной и вибрационной нагрузки, передают на щетку усилие нажатия рычага пружины. Для обеспечения хорошего контакта поверхности щеток шлифуются и при сборке притираются к рабочей поверхности контактных колец.

Ток к щеткам подводится по плетеным медным проводникам-шунтам *2*, наконечники которых через подвески соединены с выводами обмотки возбуждения. Камера контактных колец закрыта легкосъемными сварно-штампованными крышками, установленными по периметру конусной части подшипникового щита.

Подшипниковый щит имеет сварную конструкцию *13* (см. рис. 1.1), укреплен болтами на корпусе статора, выполняет функцию звена, связывающего ротор со статором, и определяет положение оси тягового генератора.

Сборка подшипникового щита со статором осуществляется по принципу центрирующего посадочного замка, т.е. с помощью посадки центрирующего выступа внешнего кольца щита на посадочную поверхность корпуса статора, после чего соединение фиксируется болтами.

Конструктивно подшипниковый щит представляет собой сварной каркас из колец и ребер. В щите имеется съемная ступица *11*, обеспечивающая возможность замены роликового подшипника *7* без снятия щита с генератора и без отделения тягового генератора от дизеля. Подшипниковый щит является несущей частью, так как через роликовый подшипник на ступицу одной стороной опирается ротор.

В тяговом генераторе применяется двухрядный сферический роликовый подшипник, обеспечивающий надежную работу тягового генератора в течение заданного срока эксплуатации. Подшипник обеспечивает свободное вращение ротора, а его установка в ступице — соответственно осевой разбег ротора при сборке тягового генератора. Кроме соответствия требованиям государственных стандартов, подшипник тягового генератора также должен отвечать требованиям технических условий на подшипники качения для железнодорожного транспорта. Крышки *5* и *8* с обеих сторон подшипников крепятся к ступице и образуют смазочную камеру.

Для смазки подшипника применяются консистентные смазки ЖРО или ЖРО-М (ТУ32ЦТ 520-83), обладающие высокой стабильностью смазывающих свойств. Для предотвращения вытекания смазки из камеры наружу или во внутрь тягового генератора, а также проникновения в подшипник пыли и влаги применяются лабиринтные уплотнения *6*, образованные насаженными на вал тягового генератора уплотнительными кольцами и выступами в крышках подшипника.

В процессе эксплуатации смазка в подшипник добавляется шприц-прессом через пресс-масленку со смазкоподающей трубкой *12*, вворачиваемую в ступицу *11* подшипникового щита. Сбор и удаление отработанной смазки осуществляется через специальную камеру, расположенную снизу в наружной крышке *8*.

Патрубки предназначены для подвода и отвода из тягового генератора охлаждающего воздуха и вместе с каналами статора для прохождения воздуха образуют вентиляционную систему генератора. Выходные патрубки *1* представляют собой сварные каркасы из тонколистовой стали, закрепленные на генераторе болтами. Способ охлаждения тягового генератора — нагнетательная принудительная вентиляция с забором воздуха снаружи через специальные фильтры. Очищенный от посторонних примесей воздух нагнетается в патрубки со стороны дизеля, проходит через вентиляционные каналы статора, воздушный зазор тягового генератора, каналы между полюсами ротора и через окно выходного патрубка выбрасывается в окружающую среду.

Воздушные фильтры должны обеспечить степень очистки охлаждающего воздуха от пыли не менее 75 % и капельной влаги — 70 %. Фильтры не должны снижать количества охлаждающего воздуха в

тяговом генераторе ниже установленного уровня. Контроль напора и расхода охлаждающего воздуха осуществляется при проверках системы охлаждения.

В конструкции тягового генератора предусмотрено во всех узлах предохранение крепежных деталей от самоотвинчивания.

1.3. Тяговый электродвигатель ДТК-800КЭ

Тяговый электродвигатель постоянного тока ДТК-800КЭ предназначен для приведения во вращение колесных пар нового пассажирского электровоза ЭП2К в режиме тяги и создания тормозного момента в режиме электрического торможения. Тяговый электродвигатель используется в составе механического привода третьего класса с односторонней передачей момента на тяговый редуктор с шестерней, установленной на его валу, и имеет опорно-рамное подвешивание.

Технические характеристики тягового электродвигателя ДТК-800КЭ приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Технические характеристики тягового электродвигателя ДТК-800КЭ

Наименование параметра	Режим работы	
	часовой	продолжительный
Мощность, кВт	825	735
Напряжение на коллекторе, В	3000/2	
Ток якоря, А	585	520
Частота вращения якоря, об/мин	975	1000
Частота вращения якоря наибольшая, об/мин	1780	
Расход вентилирующего воздуха, $м^3$/мин, не менее	80	
КПД, %	94,2	94,5
Степень возбуждения, %	100	100
Класс изоляции:		
обмоток главного полюса	Н	
обмоток добавочного полюса	Н	
обмотки якоря	Н	
компенсационной обмотки	Н	
Сопротивление обмоток постоянному току при температуре 20 °С, Ом:		
якоря	0,033	
главных полюсов (без шунта)	0,018	
компенсационной и добавочных полюсов	0,0285	
Напряжение изоляции относительно корпуса, В	4000	
Масса, кг	3850	

Тяговый электродвигатель представляет собой шестиполюсную компенсированную электрическую машину постоянного тока с последовательным возбуждением и независимой принудительной системой вентиляции. Охлаждающий воздух поступает в тяговый электродвигатель со стороны коллектора и выходит из тягового электродвигателя со стороны, противоположной коллектору, через щелевые отверстия подшипникового щита. Спроектирован электродвигатель для работы на пульсирующем токе от выпрямительной установки с включением последовательно индуктивного сглаживающего реактора.

Тяговый электродвигатель (рис. 1.6) состоит из подшипниковых щитов *12* и *28*, траверсы *16*, остова *21*, обмотки якоря *27*, сердечника *35*. К остову тягового электродвигателя крепится кожух тягового редуктора.

Остов двигателя имеет сварную конструкцию сложной формы, служит в первую очередь для проведения магнитного потока главных и добавочных полюсов. Остов обладает достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. К остову крепятся шесть главных полюсов *22*, шесть добавочных полюсов *20*. Подшипниковые щиты *12*, *28* служат для размещения роликовых подшипников *10* и *31*, в которых вращается якорь. Со стороны коллекторной камеры в остове имеется вентиляционный люк, через который входит охлаждающий воздух, и два коллекторных люка для осмотра и обслуживания коллектора и щеточного аппарата. Коллекторные люки закрываются крышками, на которых для лучшего уплотнения предусмотрены резиновые прокладки. С торцов остов имеет горловины для установки подшипниковых щитов. С наружной стороны остова предусмотрены приливы для крепления цапфы привода и электродвигателя к раме тележки, прилив для коробки выводов, рымы для транспортировки и кантования остова и электродвигателя. В нижней части остова имеются отверстия диаметром 20 мм для слива конденсата.

Диаметр остова определяется пространством, необходимым для размещения якоря, главных и добавочных полюсов, а также их обмоток.

Главные полюсы, предназначенные для создания основного магнитного потока, состоят из сердечника и обмоток, которые выполняются в виде полюсных катушек, надетых на сердечники главных полюсов. Сердечники крепятся к остову четырьмя болтами М20, добавочные полюсы — соответственно двумя болтами М16. Для пре-

Рис. 1.6

дохранения от самоотвинчивания под головки болтов установлены пружинные шайбы.

Со стороны, обращенной к якорю, сердечник заканчивается полюсным наконечником, который обеспечивает требуемое распределение магнитного потока на поверхности якоря. Наконечники главных полюсов имеют очертание, обеспечивающее неравномерный воздушный зазор: минимальный под серединой полюса и увеличивающийся к его краям для улучшения распределения индукции в воздушном зазоре электродвигателя, а в конечном счете, распределения межламельного напряжения, величины и места его максимального значения.

Главный полюс состоит из катушки *25* и сердечника *22*. Для снижения потерь в стали, вызываемых малыми колебаниями магнитного поля вследствие наличия пазов в якоре, сердечник главного полюса выполнен шихтованным из электротехнической стали марки 2212 толщиной 0,5 мм. При сборке полюс прессуется с удельным давлением около 200 кН/м^2 и стягивается пропущенными через сердечник специальными заклепками с нажимными щеками. Поперечное сечение заклепок, распределенных в полюсе по возможности равномерно, должно рассчитываться таким образом, чтобы они могли воспринимать упругую реакцию сжатого полюса. В качестве нажимных щек, в которых размещаются головки заклепок, применяют отожженные стальные листы толщиной от 8 мм.

Поверхность прилегания полюса к станине имеет дуговую форму, получаемую при штамповке. Радиус дуги полюса несколько больше радиуса станины, в результате чего полюс устойчиво прилегает к станине.

← Рис. 1.6. Разрез тягового электродвигателя ДТК-800КЭ:
1 — вал; *2* — втулка якоря; *3* — уравнительные соединения; *4* — втулка коллектора; *5, 32* — уплотнительное кольцо; *6, 33* — лабиринтное уплотнение; *7* — нажимная шайба; *8, 29* — наружное кольцо подшипника; *9* — упорное кольцо; *10, 31* — подшипник; *11* — нажимной конус; *12* — малый подшипниковый щит; *13* — изоляция коллектора; *14* — коллектор; *15* — изолятор щеткодержателя; *16* — траверса; *17* — поворотное устройство траверсы; *18* — щеткодержатель; *19* — обмотка катушки добавочного полюса; *20* — сердечник добавочного полюса; *21* — корпус; *22* — сердечник главного полюса; *23* — стержень; *24* — изоляционная прокладка; *25* — обмотка катушки главного полюса; *26* — компенсационная обмотка; *27* — обмотка якоря; *28* — большой подшипниковый щит; *30* — лабиринтное кольцо; *34* — задняя нажимная шайба; *35* — сердечник якоря; *36* — передняя нажимная шайба

Для крепления полюса к остову в сердечник запрессованы два стальных стержня *23* с резьбовыми отверстиями под болты крепления. В каждом сердечнике имеется восемь пазов открытой формы, расположенных параллельно продольной оси добавочных полюсов. В эти пазы укладываются катушки компенсационной обмотки *26*.

Обычно в тяговых электродвигателях электровозов с круглым остовом катушки главных полюсов наматывают на узкое ребро. Это позволяет формовать катушки по радиусу, сопрягая с расточкой в остове, что обеспечивает лучшее охлаждение катушек, большую их компактность и прочность и, кроме того, дает возможность уменьшить высоту сердечника главных полюсов, а следовательно, и диаметр остова.

Катушка главного полюса имеет *14* витков, намотанных из 3 параллельно соединенных изолированных проводов марки ПСДКТ-Л. Для лучшего прилегания катушки к внутренней поверхности остова и поверхности полюса в процессе изготовления ее спрессовывают в специальном приспособлении для придания соответствующей формы. К крайним виткам катушки припаивают выводы из медной шины.

Для корпусной изоляция катушки используют обмоточную ленту «POROBANT» SI 0790, для покровной — стеклянную ленту. Между катушкой полюса и остовом прокадывают шайбу из материала «POROMAT» 2248, что обеспечивает предохранение изоляции катушки от повреждений и плотное зажатие катушки между наконечником полюса и остовом.

Концы обмоток через резиновые втулки выводят в коробку, которую закрывают стеклопластиковой крышкой и уплотняющими стеклотекстолитовыми клицами. От проникновения пыли и влаги коробка выводов уплотнена прокладками из губчатой резины. Подсоединительные зажимы закрепляют на опорных изоляторах. Для предохранения крепежных деталей от самоотвинчивания под изоляторы устанавливают пружинные шайбы.

Добавочный полюс крепится к остову двумя болтами М16 и состоит из сердечника *20* и катушки *19* (см. рис. 1.6). Сердечник полюса выполнен массивным, изготовленным из стального листа. Из-за малой величины магнитной индукции в сердечниках добавочных полюсов практически не индуцируются вихревые токи. Добавочные полюсы устанавливают посередине между главными полюсами. К сердечнику со стороны якоря крепятся стальные планки, изготовленные из

немагнитной стали, на сердечник устанавливается катушка. Болты добавочных полюсов изготовлены из немагнитной стали.

Воздушный зазор под добавочными полюсами значительно больше, чем под главными. Окончательно величина воздушного зазора устанавливается при настройке коммутации электрической машины в результате построения предельных кривых зоны безыскровой коммутации. При этом используются регулировочные пластины из магнитного или немагнитного материала.

Катушка *19* имеет семь витков из мягкой медной проволоки; выводы катушек изготовляют из медной проволоки. Корпусная изоляция катушки аналогична изоляции катушки главного полюса. В двух добавочных полюсах устанавливают датчики для возможности контроля температуры обмоток тягового электродвигателя (один из которых резервный). Датчик температуры представляет собой терморезистор, установленный в специальное гнездо, образованное пазом на сердечнике полюса и катушкой. Провода от терморезисторов выведены на вилку, расположенную в коробке выводов тягового электродвигателя. Поперечное сечение проводника обмотки добавочного полюса выбирается из того расчета, что по обмотке должен протекать ток, равный току якоря тягового электродвигателя.

Компенсационная обмотка устанавливается в компенсированных электрических машинах в наконечник главного полюса, повышает стойкость машины в отношении возникновения кругового огня на коллекторе. Компенсационная обмотка выполняется в виде отдельных катушек, уложенных в пазы наконечников главных полюсов, и закреплена в них текстолитовыми клиньями. Компенсационная обмотка *26* состоит из шести отдельных катушек по 11 витков каждая (см. рис. 1.6). В шести пазах полюса расположено по три полувитка, в двух пазах — по два полувитка. Намотку компенсационной катушки выполняют из мягкой медной ленты. Схема электрических соединений обмоток полюсов и компенсационной обмотки приведены на рис. 1.7. Соединение катушек между собой выполнено пайкой твердым припоем. К остову межкатушечные соединения закреплены скобами.

Для выводов катушки используют медную проволоку прямоугольного сечения. Междувитковая и основная корпусная изоляция катушки выполнена полиамидной лентой; короностойкий слой корпусной изоляции — лентой «Porofol» CR/2578, покровная — лентой

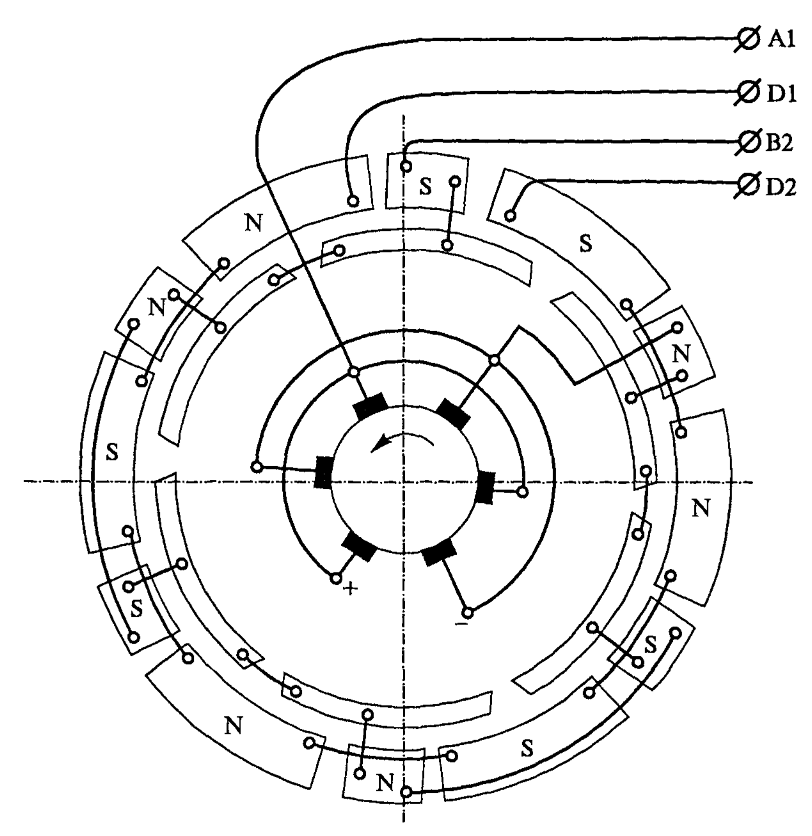


Рис. 1.7. Схема электрических соединений обмоток тягового электродвигателя ДТК-800КЭ

стеклянной. От механических повреждений изоляция защищена изоляционными пазовыми гильзами. Крепление компенсационной обмотки в пазах полюса выполняется клиньями из профильного стеклопластика.

Остов с установленными главными полюсами, добавочными полюсами и компенсационной обмоткой пропитывается в кремнийорганическом компаунде с последующей выпечкой.

Для установки щеток в машине служит щеточное устройство, которое состоит из траверсы, кронштейнов и щеткодержателей.

Траверса тягового электродвигателя (рис. 1.8) служит для установки кронштейнов щеткодержателей для подведения их к смотровым

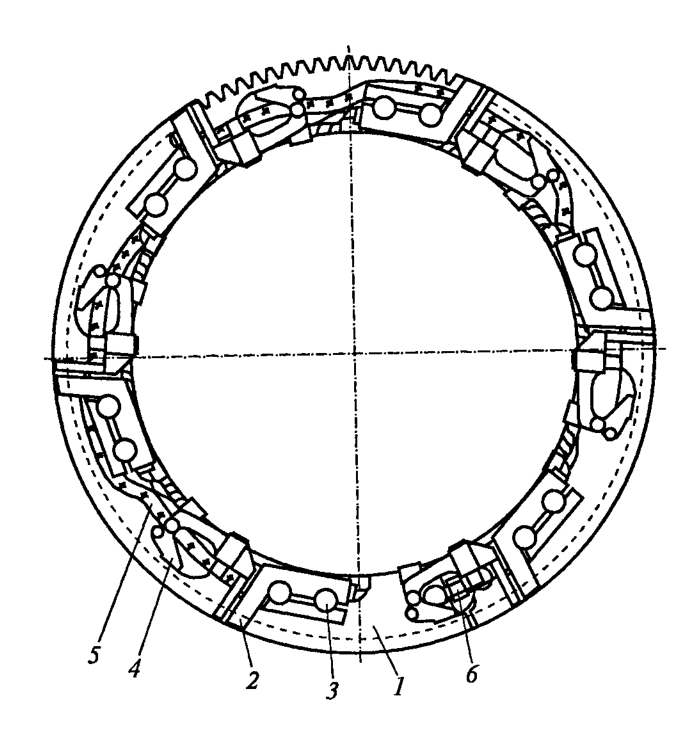


Рис. 1.8. Траверса электродвигателя ДТК-800КЭ:
1 — корпус; *2* — кронштейн; *3* — изоляционный палец; *4* — щеткодержатель; *5* — шина; *6* — разжимное устройство

люкам. Траверса *1* разрезная, по наружному ободу имеет зубчатый венец, входящий в зацепление с зубьями шестерни поворотного механизма. На траверсе закреплены шесть кронштейнов *2* с изоляционными пальцами *3*, шесть щеткодержателей *4*, соединенными между собой шинами *5*. В тяговом электродвигателе траверса крепится фиксирующим и двумя стопорными устройствами, а также специальным разжимным устройством *6*. На торцевой стенке остова со стороны коллектора расположены устройства стопорения, фиксации и проворота траверсы.

Стопорное устройство траверсы (рис. 1.9) имеет установленный в отверстии остова болт *1*, на котором держатся накладка *2* и обойма *3*. Накладка при вращении болта входит в обойму и прижимает траверсу *4* к подшипниковому щиту *5*.

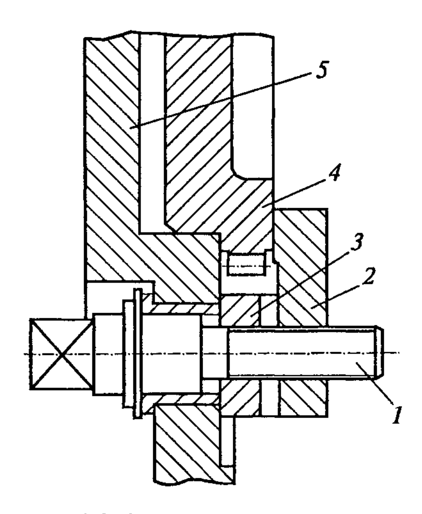


Рис. 1.9. Стопорное устройство траверсы электродвигателя ДТК-800КЭ: *1* — болт; *2* — накладка; *3* — обойма; *4* — траверса; *5* — подшипниковый щит

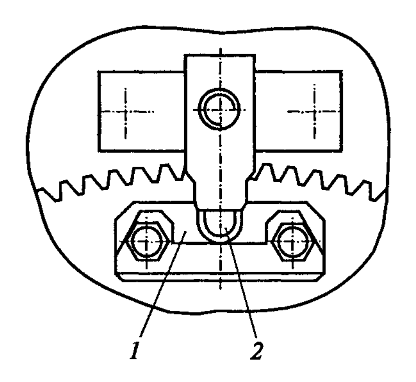


Рис. 1.10. Устройство фиксации траверсы электродвигателя ДТК-800КЭ: *1* — накладка; *2* — фиксатор

Устройство фиксации траверсы (рис. 1.10) состоит из накладки *1* с пазом для входа фиксатора *2*. Накладка прикреплена к траверсе двумя болтами через продольные пазы, что позволяет при установке на нейтраль перемещать накладку. Контроль установки траверсы на геометрическую нейтраль в эксплуатации производят по совпадению рисок, нанесенных на остове и траверсе в районе разжимного устройства.

Поворотный механизм траверсы (рис. 1.11) работает благодаря зацеплению шестерни *1* с зубьями траверсы *2*. Валик *3*, установленный в отверстии остова *4*, имеет квадратную головку. При вращении валика шестерня проворачивает траверсу.

Разжимное устройство (рис. 1.12) состоит из двух шарниров *1*, закрепленных гайками *2* с шайбами *3* на траверсе. Один шарнир имеет отверстие с правой резьбой, другой — с левой. В шарниры вкручена шпилька *4*, имеющая шестигранник для захвата ее ключом. При вращении шпильки в ту или другую сторону происходит разжатие или сжатие траверсы по диаметру. В рабочем положении траверса должна быть разжата.

Кронштейн щеткодержателя является разъемным, состоит из корпуса и накладки, которые с помощью болта закреплены на двух изоляционных пальцах, установленных на траверсе.

Изоляционные пальцы *15* (см. рис. 1.6) представляют собой стальные шпильки, спрессованные прессмассой с последующей установкой фарфоровых изоляторов. Щеткодержатель крепят к кронштейну шпилькой и гайкой с пружинной шайбой. Положение щеткодержателя в осевом направлении относительно петушков коллектора регулируется специальной шайбой, размещенной на шпильке крепления щеткодержателя. На сопрягаемых поверхностях кронштейна и щеткодержателя для более надежного их крепления выполнена гребенка, которая позволяет выбрать и зафиксировать определенное положение щеткодержателя по высоте относительно рабочей поверхности коллектора.

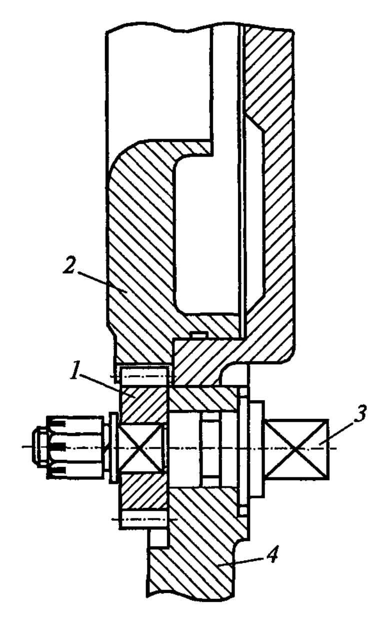


Рис. 1.11. Поворотный механизм траверсы электродвигателя ДТК-800КЭ:
1 — шестерня; *2* — траверса; *3* — валик; *4* — остов

Щеткодержатель (рис. 1.13) состоит из корпуса *1*, имеющего окно для щеток *2*, и двух нажимных пальцев *3*. Корпус и пальцы отлиты из латуни. Нажатие пальцев на щетки создают две пружины *4*. Винты *5* служат для регулирования усилия нажатия пружин.

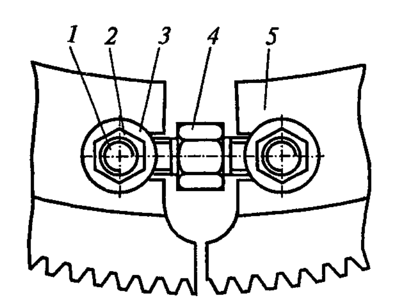


Рис. 1.12. Разжимное устройство траверсы электродвигателя ДТК-800КЭ:
1 — шарнир; *2* — гайка; *3* — шайба; *4* — шпилька; *5* — траверса

Щеткодержатели вместе с траверсами выполняют следующие функции:

— удержание щеток в установленном положении, свободное перемещение щетки без перекоса при работе и по мере износа щетки;

— обеспечение предусмотренного давления на щетки;

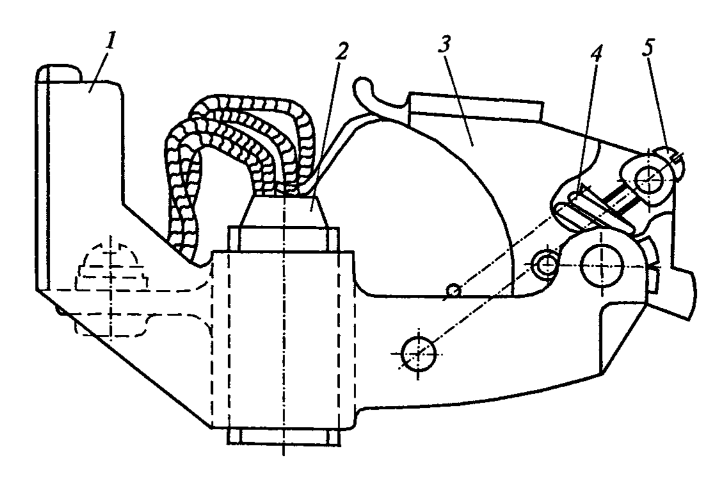


Рис. 1.13. Щеткодержатель электродвигателя ДТК-800КЭ:
1 — корпус; *2* — щетка; *3* — нажимной палец; *4* — пружина; *5* — винт

— передачу тока щеток (раздельно для положительных и отрицательных щеток) в якорь или от него;

— изолирование щеткодержателя от корпуса электрической машины, чтобы не допускать прохождения тока по его элементам;

— уменьшение вибраций при минимальном расстоянии до окружности коллектора, для чего щеткодержатель имеет достаточную жесткость.

В окно щеткодержателя устанавливаются две разрезные щетки марки ЭГ64К размером (2 × 10) × 40 × 52 мм.

Щетки предназначены для получения электрического контакта с поверхностью коллектора в машине постоянного тока. Щетки представляют собой графитные бруски. Щетки выполняют очень серьезную работу, пропуская большой ток через скользящий контакт с поверхностью вращающегося коллектора при скорости около 160 км/ч, выполняя ее без применения жидкой или консистентной смазки.

Графит является превосходным материалом для щеток: он пропускает большие токи, не расплавляясь и не привариваясь к коллектору при искрении или круговом огне. Отформованный по требуемым размерам, графит может быть обработан так, чтобы получились мягкие, твердые или жесткие щетки. При применении надлежащего сорта щеток на поверхности коллектора образуется очень тонкая блестящая пленка — политура, по которой скользят щетки. Преиму-

ществом этого является то, что изнашиваются в основном дешевые щетки, а не дорогостоящий коллектор.

Якорь двигателя — вращающаяся часть (см. рис. 1.6) состоит из коллектора *14*, сердечника *35*, втулки якоря *2*, вала *1*, задней и передней нажимных шайб *34* и *36*, обмотки якоря *27*. Коллектор имеет активную часть и крепежную конструкцию. Коллекторные пластины выполняют из холоднокатаной меди (коллекторная медь), которые изолируются друг от друга прокладками из коллекторного миканита, представляющего собой чешуйки щипаной слюды и шеллака (около 5 % в качестве связующего компонента). Коллектор набирают, располагая поочередно медные и миканитовые пластины (рис. 1.14). Выступающую часть коллекторной пластины называют «петушком», к ней припаивают провода обмотки якоря. Нижние края пластины имеют форму «ласточкиного хвоста».

По способу крепления коллекторных пластин коллектор арочного типа состоит из нажимного конуса *1*, комплекта крепящих болтов *2*, изоляционных манжет *3* и *7*, комплекта медных и изоляционных

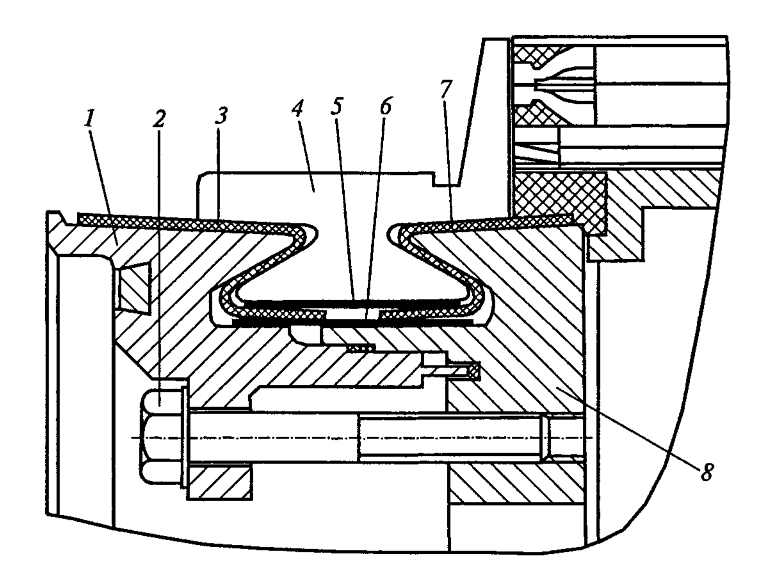


Рис. 1.14. Коллектор электродвигателя ДТК-800КЭ:
1 — нажимной конус; *2* — болт; *3* — изоляционная манжета; *4* — коллекторная пластина; *5*, *6* — изоляционные цилиндры; *7* — изоляционная манжета; *8* — втулка коллектора

(миканитовых) пластин *4*, изоляционных цилиндров *5* и *6* и втулки коллектора *8*. Для обеспечения герметичности коллекторной камеры в коллекторе имеются два уплотнительных замка, которые заполняются уплотнительной замазкой. На втулку якоря коллектор насаживается с натягом и дополнительно закрепляется гайкой.

Коллекторные пластины в сечении имеют клиновидную форму, а миканитовые сегменты — прямоугольную, поэтому в собранном состоянии они образуют цилиндр. Каждая пластина имеет с одной стороны петушок для соединения с обмоткой якоря. Коллекторные пластины зажаты между нажимным конусом *1* и втулкой коллектора *8*. Затяжка болтов приближает конус к втулке, при этом коллекторные пластины сжимаются, образуя жесткий цилиндр. Миканитовые пластины, изоляционные манжеты и изоляционные цилиндры препятствуют короткому замыканию или заземлению коллекторных пластин через конус и втулку. При износе коллектора миканитовые пластины могут выступать над медными пластинами; чтобы этого не произошло, коллекторы должны быть продорожены, тогда миканитовая изоляция будет утоплена от поверхности скольжения коллектора в радиальном направлении на глубину до 1,5 мм внутрь. С одной стороны, это снизит опасность возникновения кругового огня, которому благоприятствует возникновение электрических перекрытий от пластины к пластине, а с другой стороны, миканит не будет изнашивать более мягкие угольные щетки. Под действием трения щеток миканит изнашивается медленнее меди, поэтому, если бы он не был продорожен, то выступал бы над поверхностью меди и препятствовал контакту между щетками и коллекторными пластинами.

Сердечник якоря *35* (см. рис. 1.6) насажен с натягом на втулку якоря, напрессованную на вал *1*, и состоит из штампованных листов электротехнической стали марки 2212 толщиной 0,5 мм с электроизоляционным покрытием пленкой лака КФ-965 толщиной 0,012...0,014 мм на одну сторону. Сердечник закреплен на втулке с нажимными шайбами *34* и *36*. В сердечнике имеются пазы открытой формы для размещения обмотки *27* и аксиальные отверстия для прохода вентилирующего воздуха. Наличие втулки якоря обеспечивает возможность замены вала в случае его повреждения без полной разборки якоря.

Для устранения так называемого распушения зубцов крайние листы выполнены из стали Ст2кп толщиной 1 мм и попарно сварены

точечной контактной сваркой. При сборке сердечника штампованные листы ориентируют по направляющей шпонке, размеры которой предусматривают лишь обеспечение правильности фиксации отдельных листов с тем, чтобы точно совпадали их пазы и зубцы.

Сердечник якоря после запрессовки закрепляется с одной стороны задней нажимной шайбой *34*, а с другой — передней нажимной шайбой *36*. Шайбы *34* и *35* сварные и представляют собой два кольца, соединенных ребрами. Внутренние кольца являются посадочной поверхностью для посадки их на втулку якоря *2*, а наружные — упором для сердечника и обмоткодержателем. Наружное кольцо покрыто стеклопластиковыми сегментами для повышения поверхностного сопротивления изоляции обмотки.

Насаживаются шайбы на втулку якоря с прессовой посадкой с натягом 0,135...0,22 мм. Перед посадкой шайбы нагреваются индукционным нагревателем до температуры 150...200 °С.

Втулка якоря *2* выполнена в виде 6-реберной конструкции. По наружному диаметру обработана под посадку задней нажимной шайбы *34*, сердечника якоря *35*, передней нажимной шайбы *36* и коллектора *14*, по внутреннему — под посадку на вал. На выступающем конце втулки имеется резьба для установки гайки крепления коллектора.

Вал якоря *1* тягового электродвигателя изготовлен из хромоникелевой стали 20ХН3А с термической обработкой. Вал выполнен с минимально возможным числом переходов по диаметру, причем последние осуществляются галтелями определенного радиуса во избежание концентрации напряжений. Конусность концов вала 1:10. Цилиндрические поверхности вала обработаны под посадку втулки якоря *2*, внутренних колец подшипников *10* и *31*, уплотнительных колец подшипниковых узлов *5* и *32*. Конусная часть вала предназначена для установки шестерни зубчатой передачи.

Для снятия шестерни с вала гидравлическим способом в торце вала имеется специальное отверстие с резьбой, а также отверстие с резьбой для ввинчивания рым-болта при транспортировании якоря.

Обмотка якоря простая петлевая с уравнителями первого рода, расположенными на стороне коллектора под катушками якоря. Состоит из якорных катушек *27* и уравнителей *3*, концы которых приварены к петушкам коллектора. Обмотка якоря в пазах сердечника (рис. 1.15) закреплена клиньями *1* из профильного стеклопластика, а лобовые части обмотки закреплены стеклобандажом.

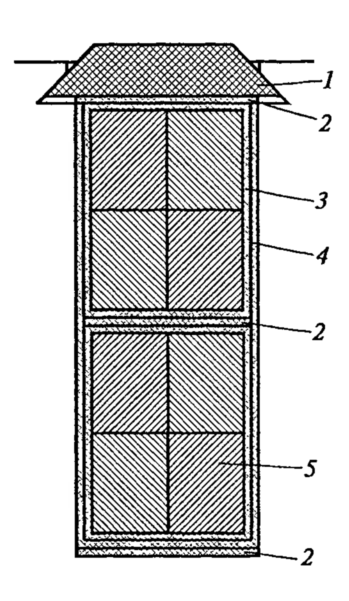


Рис. 1.15. Разрез паза ДТК-800КЭ: *1* — клин; *2* — изоляционная прокладка; *3* — изоляция катушек; *4* — корпусная изоляция; *5* — катушки якоря

Катушки якоря *5* и уравнители выполнены из изолированного обмоточного провода. Основная корпусная изоляция *3* из полиамидной ленты; короностойкий слой корпусной изоляции *4* — лентой «Porofol» CR/2578; покровная изоляция — стеклянной лентой. Для обеспечения влагостойкости изоляции и повышения ее срока службы якорь пропитан вакуумнагнетательным способом в кремнийорганическом компаунде.

Подшипниковые щиты выполнены сварными и предназначены для крепления якорных подшипников. Подшипниковые щиты *12* и *28* (см. рис. 1.6) имеют гнезда с отверстием для посадки наружных колец подшипников *8* и *29*, развитые посадочные утолщения по наружному контуру для запрессовки щитов *12* и *28* в остов *21* и фланцы с отверстиями для крепления щитов болтами к остову. Во фланцах имеется четыре отверстия с резьбой М30 для выжимных болтов, с помощью которых щиты выпрессовываются из остова при разборке электродвигателя. В остов подшипниковые щиты запрессованы с натягом и закреплены болтами. Под головки болтов установлены пружинные шайбы. С наружной стороны на щитах имеются трубки для подачи смазки в подшипники и камеры для сбора отработанной смазки.

Форма внутренней поверхности подшипниковых щитов обеспечивает требуемое направление потока вентилирующего воздуха.

В малом подшипниковом щите (рис. 1.16) сделаны внутренний бурт с поверхностью для подвижной посадки траверсы и два люка для осмотра состояния крепления шинных соединений и замены поврежденных кронштейнов щеткодержателей под электровозом.

В большом подшипниковом щите (рис. 1.17) имеются люки для выхода вентилирующего воздуха из тягового электродвигателя, закрытые стеклопластиковым кожухом с расширяющимся кверху се-

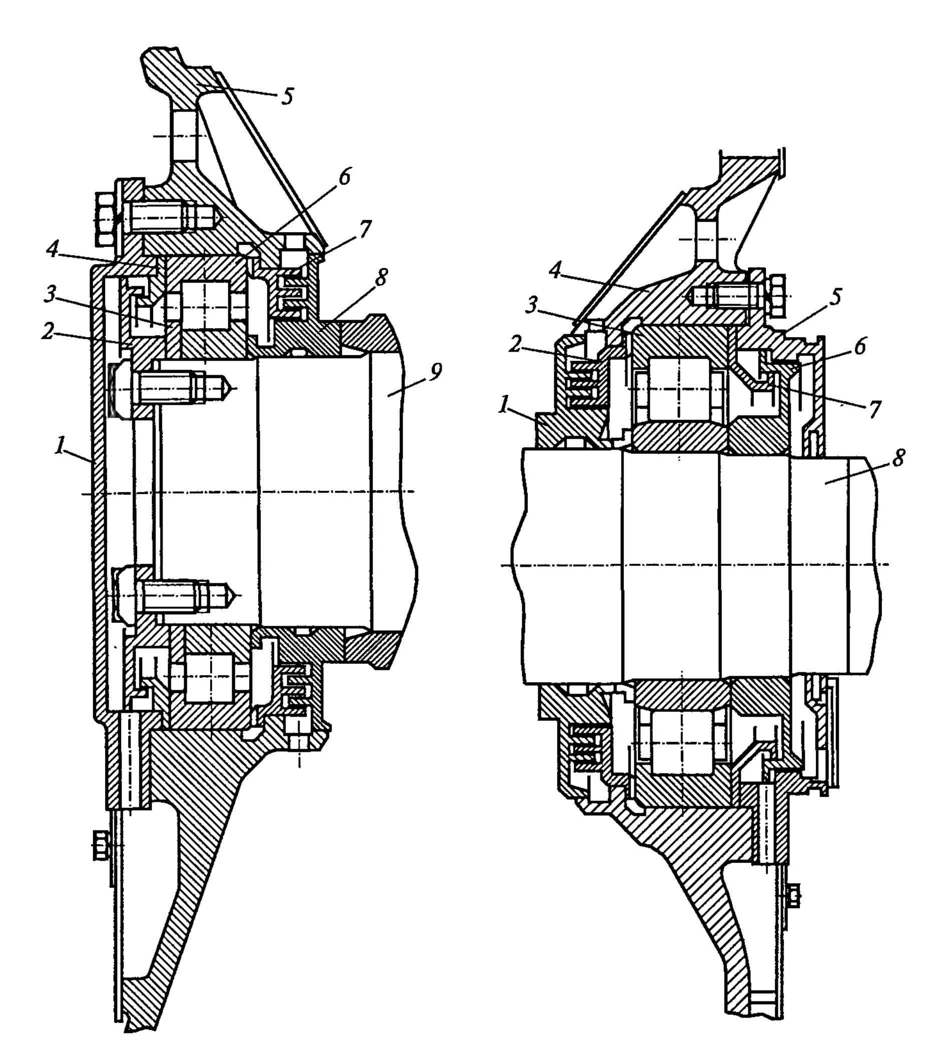


Рис. 1.16. Малый подшипниковый щит электродвигателя ДТК-800КЭ: *1* — крышка подшипника; *2* — упорное кольцо; *3* — регулировочная шайба; *4, 7* — уплотнительное кольцо; *5* — подшипниковый щит; *6* — подшипник; *8* — внутренняя крышка; *9* — вал

Рис. 1.17. Большой подшипниковый щит электродвигателя ДТК-800КЭ: *1* — внутренняя крышка; *2* — уплотнительное кольцо; *3* — подшипник; *4* — подшипниковый щит; *5* — крышка подшипника; *6* — упорное кольцо; *7* — уплотнительное кольцо; *8* — вал

чением в виде раструба, и отъемную внутреннюю крышку подшипника. В остов подшипниковые щиты запрессованы с натягом 0,07...0,15 мм и прикреплены к нему каждый 12 болтами М20 из Ст45 с термообработкой. Под головки болтов установлены пружинные шайбы.

Якорные подшипники *6* и *3* радиальные однорядные с короткими цилиндрическими роликами (см. рис. 1.16 и рис. 1.17): со стороны коллектора типа 80-9228М1, с противоположной стороны — типа 110-32328М. Для смазывания подшипников используется смазка Буксол. Добавление смазки производится через трубки, ввинченные в отверстия подшипниковых щитов.

Внутренние кольца подшипников посажены на вал якоря с натягом 0,035...0,065 мм и в осевом направлении зафиксированы благодаря натягу. Нагрев колец перед посадкой производится в масляной ванне. В осевом направлении внутренние кольца подшипников точно зафиксированы на валу крышками *8* и *1*, а также упорными кольцами *2* и *6* соответственно.

Наружные кольца подшипников *6* и *3* установлены в гнезда подшипниковых щитов и закреплены в аксиальном направлении крышками *1* и *5*, которые крепятся к щитам шестью болтами с резьбой М16. Под головки болтов установлены пружинные шайбы, предохраняющие болты от самоотвинчивания. Крышка каждого подшипника наряду с закреплением наружного кольца служит для того, чтобы закрыть гнездо от проникновения в камеры подшипников пыли, влаги, жидкой смазки из кожухов зубчатой передачи и утечки смазки из подшипниковых камер.

С внутренней стороны подшипниковые камеры имеют комбинированные лабиринтно-канавочные уплотнения, которые через дренажные отверстия сообщаются с атмосферой. Это способствует выравниванию давления в подшипниковых камерах до уровня атмосферного и тем самым исключается выдавливание смазки из них разностью давлений, возникающих в работающем тяговом электродвигателе при продувке через него вентилирующего воздуха. С внутренней стороны уплотнения образованы крышками *8*, *1* и кольцами *7*, *2* соответственно.

Удаление отработанной смазки из камер производится при каждом добавлении смазки в подшипники.

1.4. Тяговый электродвигатель НБ-520В

Тяговый электродвигатель пульсирующего тока НБ-520В предназначен для приведения во вращение колесных пар пассажирского электровоза ЭП1 в режиме тяги и создания тормозного момента в режиме электрического торможения. Тяговый электродвигатель используется в составе механического привода второго класса с односторонней передачей вращающего момента через торсионный вал, зубчатую муфту и дисковую упругую (резинокордную) муфту и имеет опорно-рамное подвешивание.

Технические характеристики тягового электродвигателя приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Технические характеристики тягового электродвигателя НБ-520В У1

Наименование параметра	Режим работы	
	часовой	продолжительный
Мощность, кВт	800	750
Напряжение на коллекторе, В	1000	
Ток якоря, А	845	795
Частота вращения якоря, об/мин	1030	1050
Частота вращения якоря наибольшая, об/мин	2020	
Расход вентилирующего воздуха, $м^3$/мин, не менее	70	
КПД, %	94,6	94,5
Степень возбуждения, %	100	100
Класс изоляции: обмоток главного полюса обмоток добавочного полюса обмотки якоря компенсационной обмотки	 H H H H	
Сопротивление обмоток постоянному току при температуре 20 °С, Ом: якоря главных полюсов (без шунта) компенсационной и добавочных полюсов	 0,0121 0,0069 0,0109	
Напряжение изоляции относительно корпуса, В	2500	
Масса, кг	3500	

Тяговый электродвигатель НБ-520В имеет много общих конструктивных решений с электродвигателем ДТК-800, поэтому отдельные узлы и детали описаны не так подробно, как для электродвигателя ДТК-800.

Электродвигатель представляет собой коллекторную шестиполюсную электрическую машину с компенсационной обмоткой и добавочными полюсами с последовательным возбуждением и независимой системой вентиляции. Охлаждающий воздух поступает в электродвигатель со стороны коллектора и выходит из него со стороны, противоположной коллектору, через щелевые отверстия подшипникового щита.

При проектировании использовались проверенные эксплуатационной практикой прогрессивные технические решения: моноблочное исполнение главных и добавочных полюсов, крепление компенсационной обмотки в пазах главных полюсов с использованием технологии токовой запечки. На электродвигателе установлена поворотная траверса щеткодержателей. Конструкция подшипниковых уплотнений аналогична используемой на тяговых электродвигателях НБ-418 и НБ-514. Проводники обмотки якоря соединены с коллектором методом сварки и т.д.

Тяговый электродвигатель (рис. 1.18) состоит из остова *13*, подшипниковых щитов *6* и *20*, якоря, имеющего сердечник *18* с обмоткой *12*, а также траверсы *7* и торсионного вала *1* с зубчатой полумуфтой *29*.

Остов двигателя представляет собой сварную конструкцию, обладает достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. К остову крепятся шесть главных, шесть добавочных полюсов и подшипниковые щиты *6* и *20* с роликовыми подшипниками *26* и *38*, в которых вращается якорь.

Рис. 1.18. Разрез тягового электродвигателя НБ-520В: →
1 — торсионный вал; *2* — фланец; *3* — гайка; *4* — болт; *5* — упругий элемент; *6* — малый подшипниковый щит; *7* — траверса; *8* — поворотное устройство траверсы; *9* — палец; *10* — щеткодержатель; *11* — уравнительные соединения; *12* — обмотка якоря; *13* — остов; *14* — компенсационная обмотка; *15* — обмотка добавочного полюса; *16* — сердечник добавочного полюса; *17* — сердечник главного полюса; *18* — сердечник якоря; *19* — обмотка главного полюса; *20* — большой подшипниковый щит; *21* — задняя нажимная шайба; *22* — крышка подшипника; *23* — нажимное кольцо; *24* — регулировочная прокладка; *25* — манжета; *26*, *38* — подшипник; *27* — внутреннее кольцо; *28* — венец зубчатой полумуфты; *29* — зубчатая полумуфта; *30* — сальник; *31* — барабан; *32* — передняя нажимная шайба; *33* — коллектор; *34* — нажимной конус; *35* — болт; *36* — лабиринтное уплотнение; *37* — втулка якоря

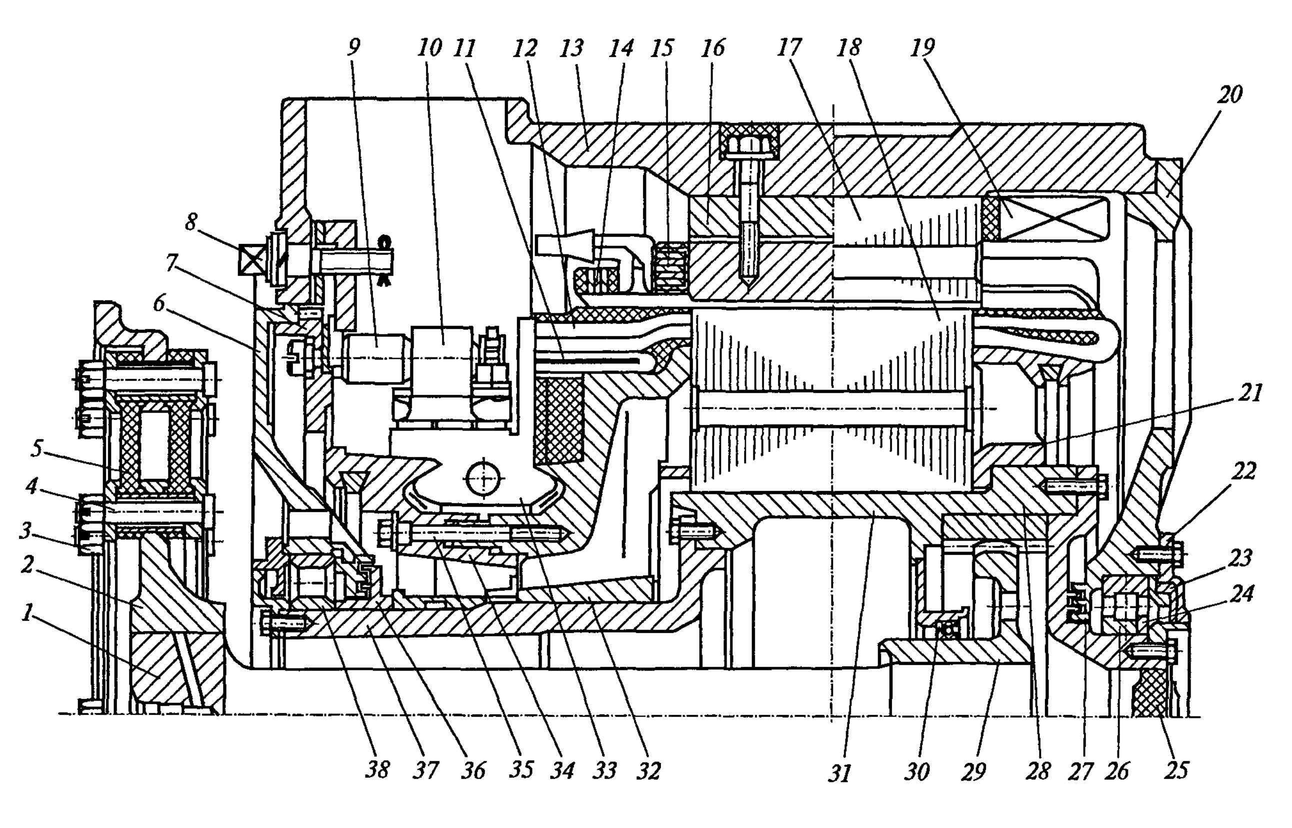

9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
8
7
6
21
5
4
22
3
23
2
24
1
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25

Рис. 1.18

Внутренняя поверхность утолщенной части остова растачивается до диаметра 910 мм под установку полюсов и катушек. После установки в остов главных полюсов диаметральное расстояние между ними должно быть равно 669,5 мм, а между добавочными полюсами — 680,7 мм.

Со стороны коллекторной камеры в остове имеется вентиляционный люк, через который входит охлаждающий воздух, а со стороны, противоположной коллектору, находится люк и привалочные поверхности для крепления специального кожуха, образующего выходной патрубок для вентилирующего воздуха. В остове предусмотрены два смотровых люка: один в верхней, другой — в нижней части против коллектора. Люки предназначены для осмотра коллектора и щеточного аппарата, осуществления ухода за ними при эксплуатации. Люки имеют плотно закрывающиеся крышки: на верхнем люке пружинным замком, который плотно прижимает ее к остову, на нижнем люке — одним болтом М20 и специальным болтом с цилиндрической пружиной. Для лучшего уплотнения предусмотрены резиновые прокладки.

С наружной стороны остов имеет приливы, которые предназначены для крепления цапфы привода и тягового электродвигателя к раме тележки локомотива, для размещения коробки выводов, закрепления рымы при транспортировке и кантовании остова и тягового электродвигателя.

Диаметр остова определяется пространством, необходимым для размещения якоря, главных и дополнительных полюсов и их обмоток.

Главный полюс крепится к остову тремя болтами М20 и состоит из сердечника *17* и катушки *19*. Для предохранения болтов от самоотвинчивания под головки устанавливают пружинные шайбы.

Сердечник главного полюса выполнен шихтованным из листовой электротехнической стали. При сборке полюс прессуется с усилием 1471...1570 кН и стягивается пропущенными через сердечник специальными заклепками с нажимными щеками. Для крепления полюса к остову в сердечник запрессован стальной стержень с резьбовыми отверстиями под болты крепления. Каждый сердечник имеет 8 пазов открытой формы, расположенных параллельно продольной оси добавочных полюсов. В пазы укладывают катушки компенсационной обмотки *14*.

Катушка главного полюса выполнена из медной ленты ДПРНМ НДМ1 сечением 3,0 × 30 мм, имеет 9 витков, намотанных плашмя из

двух параллельных проводников *3* (рис. 1.19). Начало «Н» и конец «К» катушки маркируются в соответствии со схемой намотки. После намотки катушка прессуется по высоте и радиусу в специальном приспособлении с усилием 500 кН. Это позволяет формовать катушки по радиусу, соответствующему сопряжению с радиусом расточки в остове, что обеспечивает лучшее охлаждение катушек, их большую компактность и прочность и, кроме того, дает возможность уменьшить высоту сердечника главных полюсов, а следовательно, и диаметр остова. Катушка пропитывается в эпоксидном компаунде ЭМТ-1 (ВЗТ-1, ПК-11).

Для лучшего прилегания катушки к внутренней поверхности остова и поверхности полюса для придания соответствующей формы ее в процессе изготовления спрессовывают в специальном приспособлении. К крайним виткам катушки припаяны выводы *1* из медной шины. Выводы изолированы лентой ЛЭСБ размером 0,2 × 25 мм в один слой в половину нахлеста, пропитанной в лаке БТ-98. Лобовая часть катушек под выводами изолируется тремя слоями ленты ЛСКН-160-ТТ 0,13 × 25 мм в половину нахлеста. Пустоты и неровности в лобовой части катушки между выводами заполняются замазкой ЗК-1.

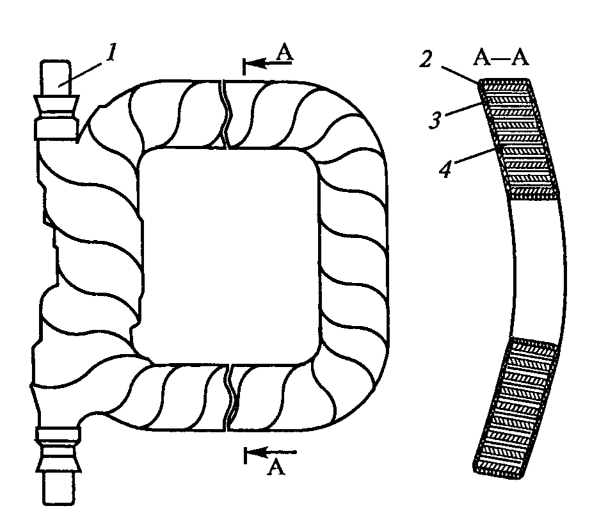


Рис. 1.19. Катушка главного полюса электродвигателя НБ-520В:
1 — вывод катушки; *2* — корпусная изоляция; *3* — проводник; *4* — межвитковая изоляция

Корпусная изоляция *2* катушки состоит из ленты ЛСКН-160-ТТ размером 0,13 × 25 мм, покровная и междувитковая *4* — из электронита 0,5 в виде ленты шириной 31 мм, укладываемой в 4 слоя в половину нахлеста. Между катушкой полюса и остовом проложена шайба из электронита 0,5 размером 75 × 220 мм, что обеспечивает предохранение изоляции катушки от повреждений и плотное зажатие катушки между наконечником полюса и остовом. Все изоляционные материалы перед применением проверяются лабораторией на соответствие государственным стандартам и техническим условиям.

Концы обмоток через резиновые втулки выведены в коробку выводов. Подсоединительные зажимы закреплены на опорных изоляторах. Для предохранения от самоотвинчивания под изоляторы установлены пружинные шайбы. Коробка выводов закрывается стеклопластиковой крышкой и уплотняющими стеклотекстолитовыми клицами. Для исключения проникновения пыли и влаги коробка выводов уплотнена прокладками из губчатой резины.

Добавочный полюс крепится к остову двумя болтами М16 и состоит из катушки *15* и сердечника *16* (см. рис. 1.18). Сердечник полюса выполнен массивным из стального листа. Со стороны якоря к сердечнику крепятся стальные планки, изготовленные из немагнитной стали; на сердечник устанавливается катушка *15*. Болты крепления добавочных полюсов изготовлены также из немагнитной стали.

В тяговом электродвигателе НБ-520В впервые была использована конструкция с разделенным сердечником добавочного полюса. В ней часть сердечника, содержащая катушку, приближена к якорю и отделена от остальной части сердечника немагнитным «вторым зазором». Подобная конструкция, обладая необходимым уровнем гашения основного коммутирующего потока, обеспечивает в то же время прохождение его переменных составляющих в виде потоков рассеяния, замыкающихся по шихтованным башмакам главных полюсов.

Катушка добавочного полюса (рис. 1.20) имеет пять витков *4*, намотанных из мягкой медной ленты ПММ размером 8,0 × 20 мм на узкое ребро. Поперечное сечение проводника обмотки добавочного полюса выбирается из того расчета, что по ней должен протекать ток, равный току якоря тягового электродвигателя.

Выводы катушек изготовлены из шинной меди. После намотки проводников катушка отжигается в печи при температуре 650...750 °С в

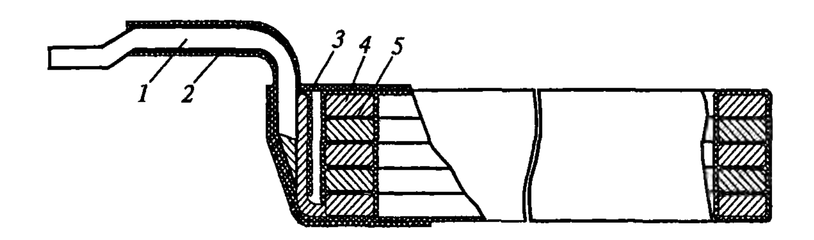


Рис. 1.20. Катушка добавочного полюса электродвигателя НБ-520В:
1 — вывод; *2* — покровная изоляция; *3* — корпусная изоляция; *4* — проводник;
5 — прокладка

течение 2 ч, после чего прессуется по высоте и боковым сторонам с усилием 160 кН. Между витками проложены изоляционные прокладки *5* из асбестовой бумаги БЭ толщиной 0,3 мм с перекрытием 10...15 мм. По наружному контуру катушка промазывается лаком КО-916К. Катушка выпекается в печи при температуре 120...140 °С в течение 2...4 ч, затем при температуре 180...200 °С в течение 6...8 ч. Корпусная изоляция катушки аналогична изоляции катушки главного полюса.

Выводы (места пайки, торцы наконечников, изоляционные трубки) герметизируются замазкой ТГ-18. Лобовая часть катушки под выводами изолируется лентой ЛСКН-160-ТТ 0,13 × 25 мм в четыре слоя в половину нахлеста.

Катушка добавочного полюса пропитывается в эпоксидном компаунде ЭМТ-1 (ВЗТ-1; ПК-11).

Компенсационная обмотка устанавливается в компенсированных электрических машинах в наконечник главного полюса с целью повышения стойкости машины в отношении возникновения кругового огня на коллекторе. Компенсационная обмотка выполнена в виде отдельных катушек, уложенных в пазы наконечников главных полюсов, и закреплена в них текстолитовыми клиньями (рис. 1.21).

Компенсационная обмотка *14* состоит из шести отдельных катушек по три каждой полярности по 8 витков каждая (см. рис. 1.18). Катушка выполнена из обмоточной меди ПММ размером 4,4 × 30 мм. Выводы катушки — из медной проволоки прямоугольного сечения (рис. 1.22).

Межвитковая изоляция *4* (рис. 1.23) выполнена из ленты ЛСЭК-5-СПл 0,1 × 30 мм в один слой в половину нахлеста, основная корпусная изоляция *3* катушки — из ленты ЛСЭК-5-СПл 0,1 × 30 мм в

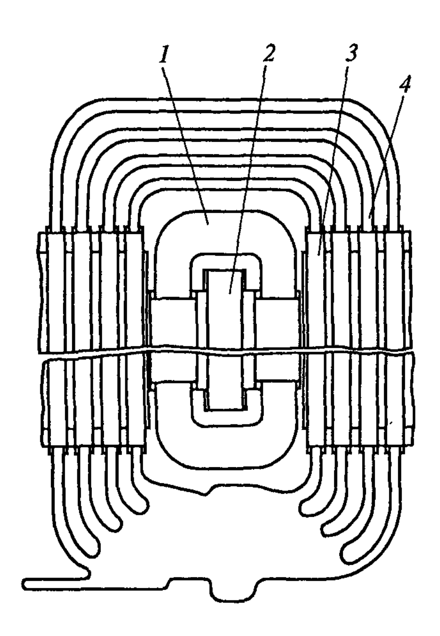


Рис. 1.21. Укладка компенсационной обмотки:
1 — обмотка добавочного полюса; *2* — сердечник добавочного полюса; *3* — сердечник главного полюса; *4* — катушка компенсационной обмотки

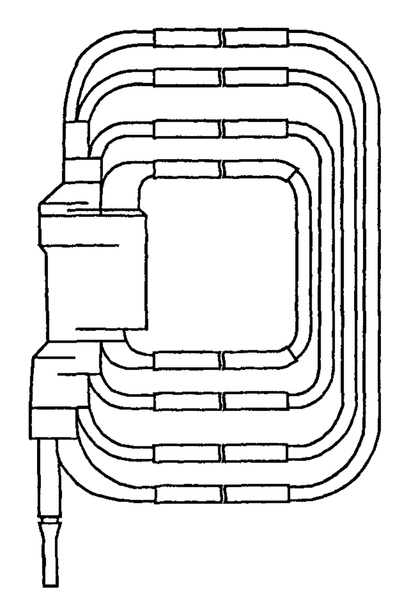


Рис. 1.22. Катушка компенсационной обмотки НБ-520В

один—четыре слоя в половину нахлеста и покровная изоляция *2* — из ленты ЛЭСБ 0,1 × 20 мм в один слой в половину нахлеста. Лобовые части изолируются двумя слоями ленты ЛСЭК-5СПл 0,1 × 30 мм в половину нахлеста. Катушка дополнительно изолируется по всему периметру одним слоем *1* пленки Ф-4ЭО 0,02 × 50 мм в 1/4 нахлеста. Выводы изолируются тремя слоями ленты ЛЭТСАР-КФ 0,5 × 26 мм и одним слоем ленты ЛЭСБ 0,1 × 20 мм в половину нахлеста.

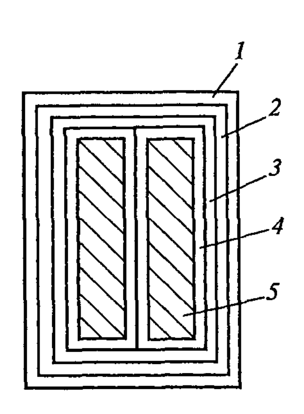


Рис. 1.23. Изоляция проводников компенсационной обмотки электродвигателя НБ-520В:
1 — защитная пленка; *2* — покровная изоляция; *3* — корпусная изоляция; *4* — межвитковая изоляция; *5* — проводник

От механических повреждений изоляция защищена изоляционными пазовыми гильзами. Крепление компенсационной обмотки в пазах полюса выполняется клиньями из профильного стеклопластика.

Остов с установленными главными полюсами, добавочными полюсами и компенсационной обмоткой пропитывается в кремнийорганическом компаунде с последующей выпечкой.

Схема электрических соединений выводов обмоток главных и добавочных полюсов и компенсационной обмотки приведена на рис. 1.24. Соединение катушек между собой выполнено пайкой твердым припоем. К остову межкатушечные соединения прикреплены скобами.

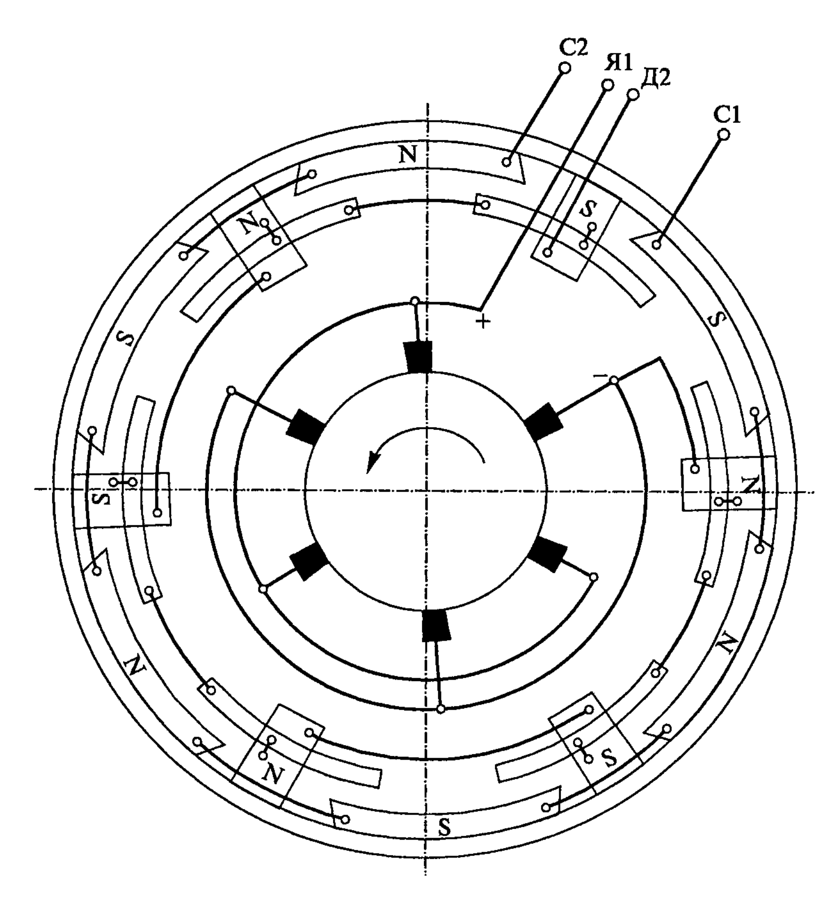


Рис. 1.24. Схема соединений катушек электродвигателя НБ-520В

Для установки щеток в машине имеется щеточное устройство, которое состоит из траверсы, кронштейнов и щеткодержателей.

Траверса является поворотной и служит для установки кронштейнов шести щеткодержателей для подведения любого из них к смотровым люкам. На торцовой стенке остова со стороны коллектора укреплены устройства стопорения, фиксации и проворота траверсы. Конструкция траверсы, поворотного механизма и разжимного устройства во многом аналогична применяемым в электродвигателе ДТК-800. Траверса разрезная, по наружному ободу имеет зубчатый венец, входящий в зацепление с зубьями шестерни поворотного механизма. На траверсе закреплены шесть кронштейнов с изоляционными пальцами, шесть щеткодержателей и соединяющие их между собой шины. В тяговом электродвигателе траверса крепится фиксирующим и двумя стопорными устройствами, а также специальным разжимным устройством.

В устройстве фиксации траверсы (рис. 1.25) болт *1* установлен в отверстии остова. Накладка *3* при вращении болта *1* входит в фиксатор *2* и прижимает траверсу к подшипниковому щиту. Контроль установки траверсы на геометрическую нейтраль при эксплуатации производят по совпадению рисок, нанесенных на остове и траверсе в районе разжимного устройства.

Рис. 1.25. Фиксатор траверсы электродвигателя НБ-520В:
1 — болт М16; *2* — фиксатор; *3* — накладка; *4* — прокладка; *5* — изолятор

Поворотный механизм траверсы (см. рис. 1.18) имеет шестерню и валик *8* с квадратной головкой, установленный в отверстии остова *13*. Шестерня входит в зацепление с зубьями траверсы *7*. При вращении валика шестерня проворачивает траверсу.

Кронштейн щеткодержателя имеет разъемную конструкцию, состоит из корпуса и накладки, которые при помощи болта М16 закреплены на двух изоляционных пальцах, установленных на траверсе. Изоляционные пальцы *1* (рис. 1.26) представляют собой стальные шпильки М24,

спрессованные прессматериалом *2* марки АГ-4В. Крепление щеткодержателя к кронштейну осуществляется шпилькой М16 и гайкой с пружинной шайбой. Фиксацию щеткодержателя в осевом направлении относительно петушков коллектора производят запорной шайбой, помещенной на шпильке крепления корпуса щеткодержателя к кронштейну. На сопрягаемых поверхностях кронштейна и щеткодержателя для более надежного их крепления сделана гребенка, которая позволяет выбрать и зафиксировать определенное положение щеткодержателя по высоте относительно рабочей поверхности коллектора при его износе.

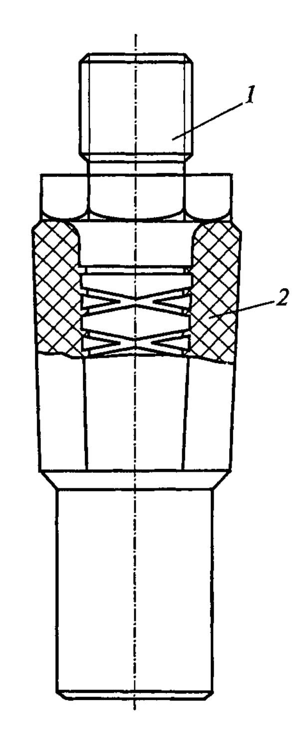


Рис. 1.26. Палец кронштейна щеткодержателя электродвигателя НБ-520В: *1* — изоляционный палец; *2* — прессматериал АГ-4В

Щеткодержатель (рис. 1.27) имеет в корпусе *1* три окна для щеток *8* размером 25 × 32 мм и три нажимных пальца *2*. Для улучшения работы щеток каждый нажимной палец снабжен резиновым амортизатором. Корпус и пальцы отлиты из латуни ЛЦ 40Сд. Усилие нажатия нажимных пальцев на щетки создают три цилиндрические пружины растяжения *4*, закрепленные одним концом к оси *7*, вставленной в отверстие корпуса щеткодержателя, другим — к оси *5* на нажимном пальце с помощью винта *3*, который одновременно служит для регулирования нажатия пружины. Кинематика нажимного механизма обеспечивает практически постоянное нажатие на щетку по мере ее износа. Нажатие пружины на каждую элементарную щетку должно быть в пределах 13,7...15,6 Н. При этом разность между усилиями нажатия на элементарные щетки, расположенные в одном окне, не должна быть более 10 %.

При монтаже (рис. 1.28) щеткодержатели устанавливают на шпильки кронштейнов *1* и закрепляют их гайками М16, подкладывая под гайки одну специальную плоскую и одну пружинную шайбы. При этом выдерживается размер от нижней кромки корпуса щет-

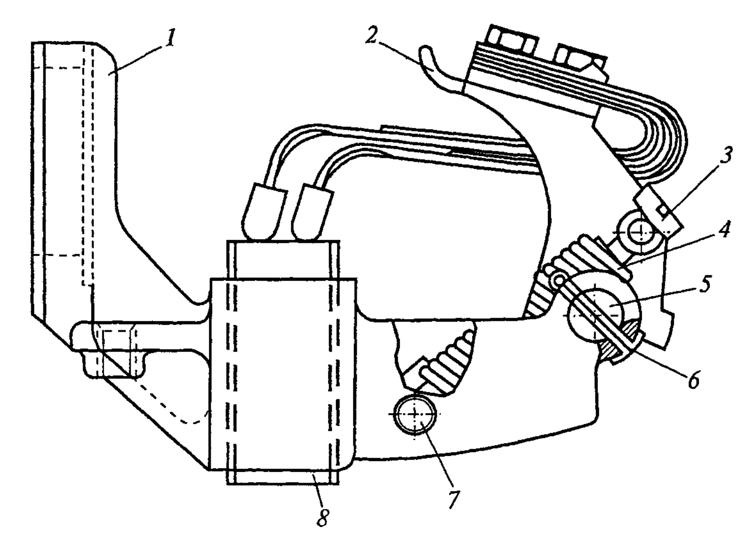


Рис. 1.27. Щеткодержатель электродвигателя НБ-520В:
1 — корпус; *2* — нажимной палец; *3* — регулировочный винт; *4* — пружина; *5*, *7* — ось; *6* — шплинт; *8* — щетка

кодержателя до поверхности коллектора в пределах 1,5...4,5 мм. На резьбу гайки наносят красную эмаль ГФ-92ХС, после завинчивания эмалью окрашивают верхнюю часть шпильки.

Шунты щеток крепят винтами М8 × 16, при этом под головки винтов подкладывают пружинные шайбы. Шунты скручивают между собой по всей длине двумя оборотами. Шунты двух соседних щеток,

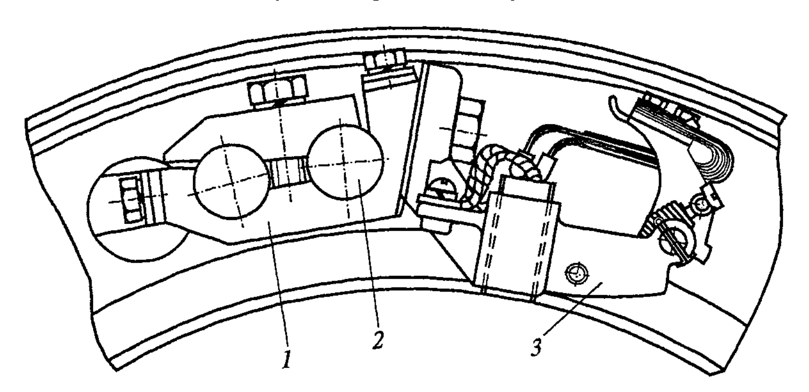


Рис. 1.28. Монтаж щеткодержателя электродвигателя НБ-520В:
1 — кронштейн; *2* — палец кронштейна; *3* — щеткодержатель

расположенных со стороны, противоположной траверсе, перекручивают между собой одним оборотом. Щетки устанавливают в окна щеткодержателей. Применяются разрезные щетки ЭГ61А размером (2 × 12,5) × 32 × 57 мм. Свисание шунтов в сторону траверсы и петушков не допускается.

Со схемой тягового электродвигателя траверса соединяется двумя верхними кронштейнами при помощи кабелей, изготовленных из двойного провода ППСТ сечением 95 мм^2 с одним наконечником на два провода. Соединение кронштейнов между собой выполняется изолированными медными шинами, которые закреплены на траверсе стальными скобами.

Якорь двигателя (см. рис. 1.18) состоит из коллектора *33*, сердечника *18*, обмотки якоря *12,* барабана *31*, втулки *37*, задней и передней нажимных шайб — *21* и *32*. Технические данные якоря тягового электродвигателя НБ-520В приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Технические данные якоря тягового электродвигателя НБ-520В

Параметры	Технические данные
Число пазов	129
Шаг по пазам	1-22
Число коллекторных пластин	387
Шаг по коллектору	1-2
Шаг уравнителей по коллектору	1-130
Шаг катушек обмотки якоря	129
Число катушек уравнителей	43
Число уравнителей на паз	2
Класс изоляции якоря	Н
Число проводников в пазу	6
Тип обмотки	Петлевая
Марка и размер провода в катушке	ППИПК-1 4,0 × 6,0
Марка и размер провода уравнителя	ППИПК-1 4,0 × 6,0
Масса якоря обмотанного, кг	1172

Коллектор *33* по способу крепления коллекторных пластин выполнен арочного типа. Он состоит из следующих основных деталей: комплекта коллекторных и изоляционных пластин, комплекта изоляционных деталей для изоляции пластин от корпуса якоря, комплекта крепящих болтов *35* с уплотнительными шайбами, втулки коллектора, объединенной с передней нажимной шайбой *32*, на кото-

рой производится его сборка, и нажимного конуса *34*, служащего совместно с втулкой коллектора для закрепления коллекторных пластин. Весь коллектор укрепляется на втулке *37* якоря. На втулку якоря коллектор напрессован усилием 186...421 кН с натягом 0,055...0,125 мм и последующей допрессовкой коллектора и пакета железа сердечника усилием 1108...1215 кН. Коллектор набран из 387 медных пластин. Пластины имеют форму «ласточкиного хвоста» и изолированы друг от друга миканитовыми прокладками. От втулки коллектора и нажимного конуса коллекторные пластины изолированы миканитовыми манжетами и цилиндром.

Кольцо, собранное из медных и миканитовых пластин, насаживают на втулку *37* коллектора и зажимают между конусом и втулкой с усилием 1079 кН, после этого стягивают 16 болтами М20, изготовленными из стали 35ХГСА длиной 165 мм. Момент затяжки коллекторных болтов под прессом 88...98 Н·м. Для того чтобы равномерно распределить нагрузку на все болты, расположенные по окружности коллектора, затяжку производят устройством, обеспечивающим приложение одинакового тарированного момента. Под головки болтов подкладывают специальные уплотнительные шайбы из мягкой отожженной меди толщиной 2 мм.

Коллекторные пластины выполнены из меди с присадкой серебра марки ПКМС размером 3,65 × 2,17 × 82 мм и имеют приварные петушки из меди ПКМ размером 4,69 × 74 мм, которые припаяны к коллекторным пластинам меднофосфористым припоем. В петушках профрезерованы шлицы шириной 1,9 × 16 мм для впайки концов катушек якоря. Для уменьшения массы коллекторных пластин в средней части каждой из них выштамповано отверстие диаметром 30 мм.

Межламельные изоляционные прокладки изготовлены из коллекторного миканита КФШ-1 толщиной 1,4 мм. Изоляционные манжеты изготовлены из материала, содержащего 30 % миканита ФФПА и 70 % миканита ФМПА, а цилиндр — из формовочного миканита ФФГА. Толщина манжет 2,4 мм, цилиндра — 1,0 мм. Изоляция препятствуют короткому замыканию или заземлению коллекторных пластин через шайбу *32* и конус *34*.

Для обеспечения герметичности коллекторной камеры на коллекторе имеются два уплотнительных замка, которые плотно заполняют уплотнительной замазкой ТГ-18. Окончательно обработанный коллектор имеет диаметр рабочей поверхности 520 мм и длину до петушков 131 мм. Рабочая длина коллектора равна 121 мм.

При разборке якоря коллектор может быть целиком спрессован с вала.

Сердечник якоря *18* набран на барабан *31* из штампованных листов электротехнической стали марки 2212 толщиной 0,5 мм, на прессовой посадке с натягом 0,035...0,135 мм и удерживаются благодаря натягу. Наружный диаметр листов равен 660 ± 0,1, а внутренний — 315 ± 0,081 мм. Каждый лист покрыт с обеих сторон пленкой лака КФ-965 толщиной 0,012...0,014 мм на одну сторону. Сердечник закреплен на барабане нажимными шайбами *21* и *32*. В сердечнике имеются открытые пазы для размещения обмотки *12* и аксиальные отверстия для прохода вентилирующего воздуха.

Задняя нажимная шайба *21* отлита из стали 25Л1, представляет собой два кольца, соединенных ребрами. Внутреннее кольцо является втулкой для посадки на барабан *31*, а наружное — упором для сердечника и обмоткодержателем. Для предохранения головок обмотки якоря от механических повреждений с торца на шайбе имеется защитный фланец. Нажимная шайба напрессовывается на барабан *31* с натягом 0,135...0,22 мм. Для обеспечения прессовой посадки перед установкой шайба нагревается индукционным нагревателем до температуры 150...200 °С.

Передняя нажимная шайба *32* объединена с втулкой коллектора. Наружное кольцо каждой нажимной шайбы покрыто стеклопластиковыми сегментами для повышения поверхностного сопротивления изоляции обмотки.

Обмотка якоря выполняется в виде простой петлевой намотки с уравнителями первого рода, расположенными на стороне коллектора под катушками якоря. Состоит из якорных катушек *12* и уравнителей *11*, концы которых приварены к петушкам коллектора. Обмотка якоря в пазах сердечника закреплена клиньями из профильного стеклопластика, а лобовые части обмотки закреплены стеклобандажом. Катушки якоря *12* и уравнители *11* выполнены из изолированного обмоточного провода.

На дно паза укладывается изоляция Имидофлекс-292 размером 25 × 300 мм. Корпусная изоляция из двух слоев Имидофлекса-292 0,3 размером 26 × 444 мм и шести слоев Имидофлекса-292 0,3 размером 21 × 444 мм закрепляется одним слоем ленты ЛЭСБ размером 0,2 × 35 мм в половину ширины ленты. Межслойная изоляция выполнена из двух слоев Имидофлекса-292 0,3 размером 110 × 440, трех слоев Имидофлекса-292 0,3 размером 40 × 268 мм, трех слоев Имидофлекса-292 0,3 размером 55 × 268 мм со смещением стыков слоев относительно друг друга на 30 мм.

На переднюю и заднюю лобовые части укладывается защитный электрокартон размером 0,5 × 125 × 320 мм и закрепляется стеклолентой. Стыки картона смещаются относительно друг друга на 30...50 мм.

В пазы якоря забиваются клинья из профильного стеклопластика СПП У-ЭУ размером 4 × 11 × 280 мм, обеспечивая плотную посадку установкой необходимого числа прокладок Имидофлекс-292 0,3 размером 7,5 × 295 мм.

Нижние концы уравнителей уложены по разметке в шлицы петушка коллектора и осаживаются на дно. В шлицах петушков коллектора осаживаются верхние концы уравнителей, обеспечивая при этом равномерное распределение головок уравнителей по окружности якоря и плотную их посадку. Пустоты между головками уравнителей заполняются замазкой ЗТПЭ-1М.

Уравнительные соединения изолированы двумя слоями ленты Имидофлекс-292 0,3 в половину нахлеста размером 60 × 150 мм и одним слоем ленты ЛЭСБ размером 0,2 × 35 мм. Сверху и снизу они закрываются четырьмя слоями стеклянной бандажной ленты ЛСБ-Н, намотанной встык с натяжением каждого витка с усилием 1,2 кН.

Обмотка якоря пропитывается в лаке КО-916К. После пропитки якорь сушится в индукционной печи под вакуумом при температуре 145 °С в течение 3 ч, а без вакуума — 12 ч. Поверхность якоря окрашивают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС.

Якорь подвергается динамической балансировке.

Подшипниковые щиты *6* и *20* (см. рис. 1.18) выполнены сварными, имеют гнезда для посадки наружных колец подшипников *26* и *38*, развитые посадочные утолщения по наружному контуру для запрессовки щитов в остов *13* и фланцы с отверстиями для крепления щитов болтами к остову. Во фланцах имеется четыре отверстия с резьбой для выжимных болтов, с помощью которых щиты выпрессовываются из остова при разборке тягового электродвигателя. В остов подшипниковые щиты запрессованы с натягом и закреплены болтами. Под головки болтов установлены пружинные шайбы. С наружной стороны на щитах имеются трубки для подачи смазки в подшипники и камеры для сбора отработанной смазки.

Якорные подшипники малого и большого подшипниковых щитов соответственно *6* и *20* — радиальные однорядные с короткими цилиндрическими роликами: со стороны коллектора типа 80-9228М1, с противоположной стороны — типа 110-32328М (рис. 1.29 и рис. 1.30).

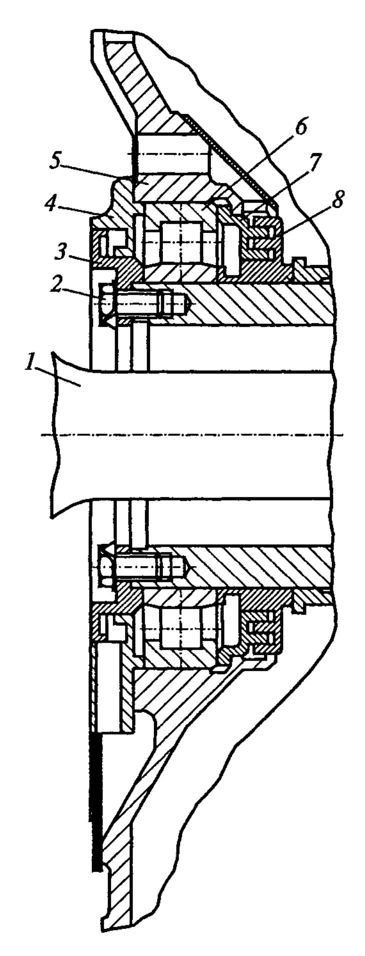


Рис. 1.29. Малый подшипниковый щит электродвигателя НБ-520В:
1 — вал; *2* — болт; *3* — упорное кольцо; *4* — наружная крышка подшипника; *5* — корпус; *6* — подшипник; *7* — внутренняя крышка подшипника; *8* — втулка

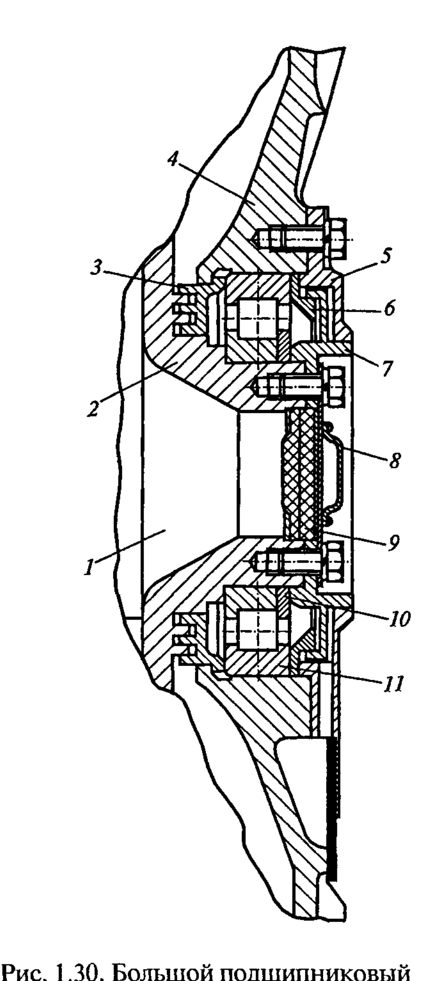


Рис. 1.30. Большой подшипниковый щит электродвигателя НБ-520В:
1 — вал; *2* — втулка; *3* — внутреннее кольцо; *4* — корпус; *5* — крышка подшипника; *6* — наружное кольцо; *7* — нажимное кольцо; *8* — упор; *9* — манжета; *10* — регулировочная прокладка; *11* — подшипник

В подшипниках используется смазка Буксол, добавление которой производится через трубки, ввинченные в отверстия подшипниковых щитов. Внутренние кольца подшипников посажены на вал яко-

ря с натягом и в осевом направлении зафиксированы на валу. Наружные кольца подшипников *6* и *11* установлены в гнезда подшипниковых щитов и закреплены в аксиальном направлении крышками *4* и *5*, которые крепятся к щиту шестью болтами. Под головки болтов установлены пружинные шайбы, предохраняющие болты от самоотвинчивания.

Конструкцией подшипниковых узлов предусмотрены уплотняющие устройства *4* и *7*, которые обеспечивают защиту подшипников от проникновения в них жидкой смазки из кожуха зубчатой передачи и утечки смазки из подшипниковых камер.

С внутренней стороны лабиринтные уплотнения через отверстия сообщаются с атмосферой. Это способствует выравниванию давления в подшипниковых камерах до уровня атмосферного, и тем самым исключается выдавливание смазки из них разностью давлений, возникающих в работающем тяговом электродвигателе при продувке через него вентилирующего воздуха.

Удаление отработанной смазки из камер производится при каждом добавлении смазки в подшипники.

Торсионный вал служит для передачи вращающего момента с зубчатой муфты через упругий элемент на вал шестерни тягового редуктора. На современных электровозах и пассажирских тепловозах осуществлена опорно-рамная подвеска тяговых электродвигателей. Применение этого типа подвески значительно (на 25...30 %) снижает вес неподрессоренных частей, что положительно сказывается на динамическом взаимодействии экипажной части локомотива и пути. Будучи жестко закрепленными на раме тележки, тяговые электродвигатели при движении локомотива получают перемещение относительно колесных пар. Величины этих перемещений для осей, не имеющих свободных разбегов, определяются взаимными перемещениями букса—рама тележки в трех направлениях: вертикальном, продольном и поперечном горизонтальном. При этом необходимо достичь постоянства расстояния между осями зубчатых колес, находящихся в зацеплении (жесткая «централь»), что необходимо по условиям их удовлетворительной работы.

Собственно, редуктор представляет собой жесткую конструкцию, состоящую из двух частей: верхней и нижней. Обе части цельносварные и соединяются между собой болтами. При вертикальных перемещениях рамы тележки относительно колесных пар

редуктор будет поворачиваться вокруг втулки большого зубчатого колеса; при этом ось шестерни также получит вертикальное и горизонтальное перемещение. В результате вал ротора тягового электродвигателя и вал шестерни будут несоосными. Естественно, что при указанном способе закрепления тяговых электродвигателей в тележке жесткое соединение шестерни с валом якоря невозможно. В рассматриваемой конструкции передача вращающего момента от вала тягового электродвигателя к шестерне осуществлена посредством карданного вала с шарнирными муфтами, что обеспечивает компенсацию несоосности валов якоря и шестерни, возникающей при угловых и линейных перемещениях рамы тележки относительно колесных пар.

Конструктивное выполнение шарнирного привода заключается в следующем. Втулка якоря тягового электродвигателя *37* полая (см. рис. 1.18). Внутри вала имеется зубчатая муфта, состоящая из венца *28* и зубчатой полумуфты *29*, передающей вращающий момент на торсионный вал *1*. Зубчатая муфта делает возможными аксиальные перемещения торсионного вала, за счет чего снимаются аксиальные нагрузки на подшипники, неблагоприятно влияющие на их работоспособность. Зацепление между зубчатой полумуфтой *29* и зубчатым венцом *28* осуществлено на большом диаметре, что обеспечивает незначительный уровень напряжений, возникающих при передаче вращающего момента. Этим достигается необходимая долговечность узла. С зубчатой муфты вращающий момент передается через торсионный вал *1* и упругую муфту, содержащую фланец *2* и упругий элемент *5*, на вал шестерни тягового редуктора.

Торсионный вал передает большие нагрузки, поэтому для обеспечения необходимой прочности он имеет тщательно обработанную поверхность со шлифовкой в радиусах.

Снабженный по концам муфтами, каждая из которых позволяет осуществлять свободные угловые перемещения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, и имеющий возможность перемещаться в аксиальном направлении, торсионный вал совершает маятниковые движения относительно оси тягового электродвигателя, компенсируя тем самым несоосность втулки якоря и вала малой шестерни тягового редуктора, возникающую при движении локомотива.

1.5. Тяговый электродвигатель ЭДУ-133

Тяговый электродвигатель ЭДУ-133 предназначен для привода колесных пар грузовых, пассажирских и маневровых тепловозов с электрической передачей постоянного и переменно-постоянного тока и является комплектующим изделием тепловозов; обеспечивает взаимозаменяемость с электродвигателями типа ЭД-107А, ЭД-118 (А, Б), ЭД-120А, ЭД-121А и ЭД-123 на тепловозах эксплуатируемого парка железных дорог без изменения параметров электрической схемы. В зависимости от способа и класса подвески тяговый электродвигатель ЭДУ-133 имеет исполнения ЭДУ-133Ц, ЭДУ-133П и ЭДУ-133Р.

Технические характеристики тягового электродвигателя ЭДУ-133 представлены в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Технические характеристики тягового электродвигателя ЭДУ-133

Наименование параметра	Режим работы	
	часовой	продолжительный
Мощность, кВт	414	414
Напряжение на коллекторе, В	810	
Ток якоря, А	890	577
Частота вращения якоря наибольшая, об/мин	2320	
Расход вентилирующего воздуха, $м^3$/мин, не менее	54	
КПД, %	92,0	94,5
Степень возбуждения, %	100	100
Класс изоляции:		
обмоток главного полюса	F	
обмоток добавочного полюса	F	
обмотки якоря	F	
компенсационной обмотки	F	
Сопротивление обмоток постоянному току при температуре 20 °С, Ом:		
якоря	0,033	
главных полюсов (без шунта)	0,018	
компенсационной и добавочных полюсов	0,0285	
Напряжение изоляции относительно корпуса, В	4000	
Масса, кг	2950	

Для наиболее полного использования тележечного пространства форма корпуса тягового электродвигателя принята восьмигранной с одним конусным концом вала для насадки ведущей шестерни тягового редуктора.

Тяговые электродвигатели являются реверсивными, и разница частот вращения валов в разные стороны при одной и той же нагрузке не должна превышать 4 % (ГОСТ 2582-81). Этим обусловлены жесткие требования к установке щеток по нейтрали.

Исполнения тяговых электродвигателей отличаются только конструкцией станины и моторно-осевых подшипников, обусловленных подвешиванием их на тепловозе. Тяговые электродвигатели с опорно-осевым подвешиванием с циркуляционной и польстерной системой смазки (ЭДУ-133П) оборудованы моторно-осевыми подшипниками скольжения с вкладышами из бронзы; следующий вид тягового электродвигателя с моторно-осевыми подшипниками качения — (ЭДУ-133Ц) вместо подшипников скольжения.

Тяговый электродвигатель с опорно-рамным подвешиванием (ЭДУ-133Р) моторно-осевых подшипников не имеет.

Остов электродвигателя *14* отлит из мягкой литой стали с высокой магнитной проницаемостью марки Ст25ЛК20 или сварной — из низкоуглеродистой низколегированной стали 09Г2С (рис. 1.31).

Остовы машин, у которых число полюсов 2р = 4, обычно восьмигранные с широкими горизонтальными и вертикальными гранями, в которых располагаются главные полюсы *17*, и узкими гранями, ориентированными под 45° к горизонтали и вертикали, в которых размещают добавочные полюсы *13*. В торцовых частях остов имеет расточки (горловины) для посадки подшипниковых щитов *7* и *21*.

Два опорных прилива («носика») на остове предназначены для закрепления электродвигателя на тележке тепловоза. На корпусе имеются также приливы с резьбой (бонки) для крепления кожуха зубчатой передачи. К торцовой стенке остова со стороны коллектора приварены кронштейны для крепления щеткодержателей *9*. В верхней части корпуса со стороны коллектора имеется вентиляционное отверстие, соединенное брезентовым рукавом (гармошкой) с каналом, через который нагнетается воздух для охлаждения электродвигателей. Выход воздуха осуществляется с противоположной стороны через три отверстия в корпусе тягового электродвигателя, защищенных сетками и щитками.

Электродвигатель имеет пять выводных концов: начало и конец обмотки возбуждения D1 и D2; начало и конец якорной цепи Al, B2; промежуточный вывод с якорной цепи A3 (рис. 1.32). К силовой схеме тепловоза тяговый электродвигатель подключается четырьмя гиб-

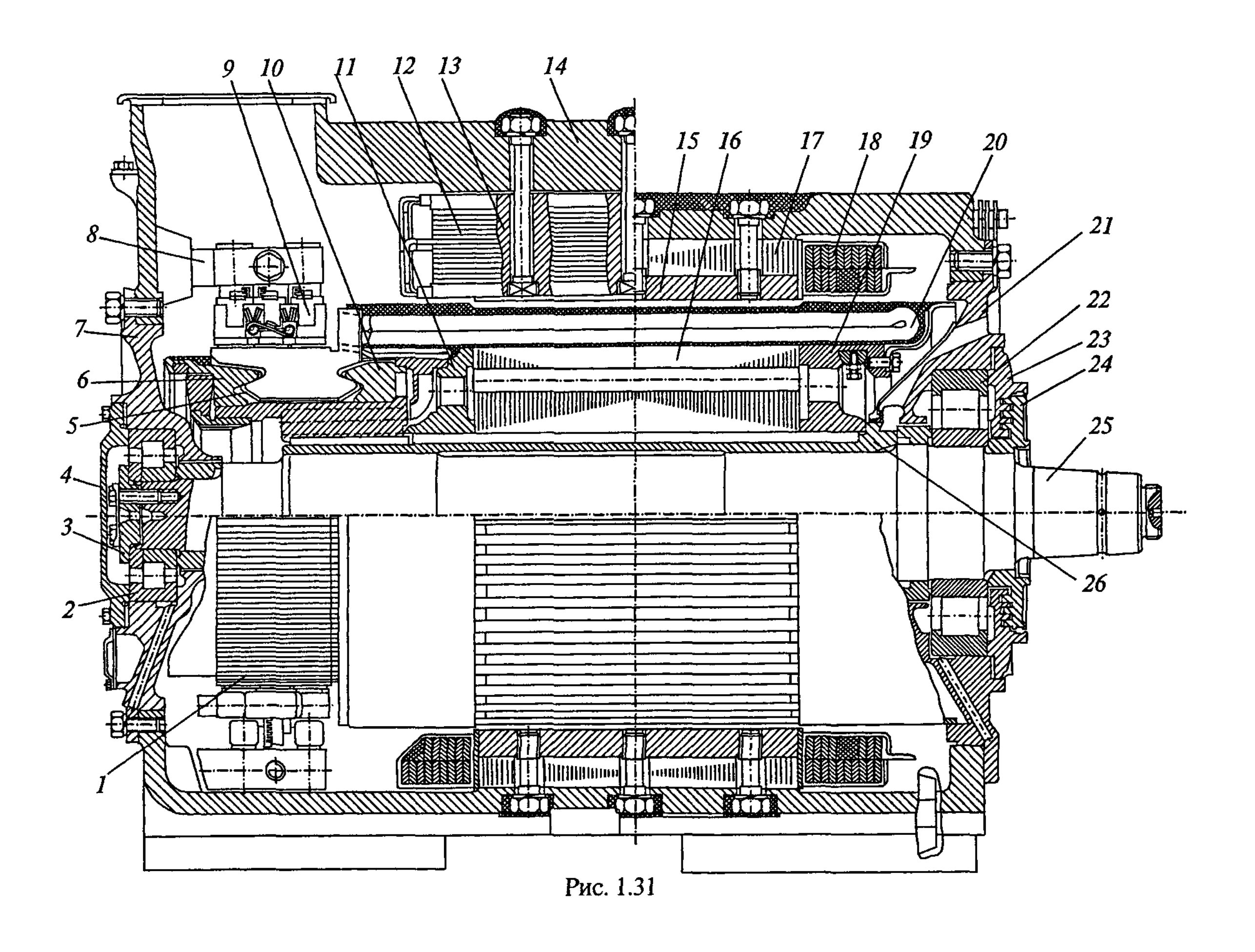


Рис. 1.31

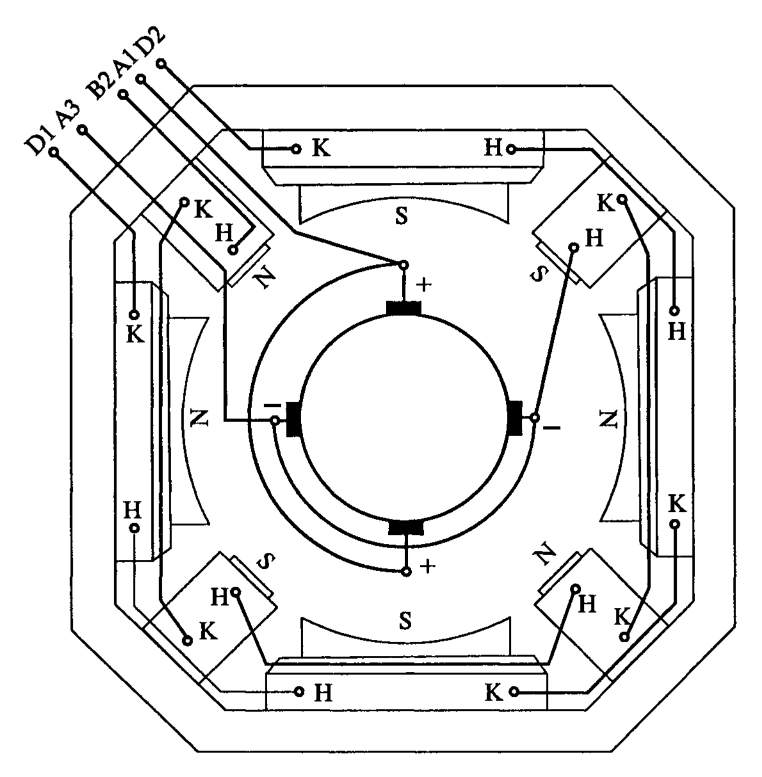


Рис. 1.32. Схема соединения полюсов тягового электродвигателя ЭДУ-133

кими кабелями, которые выводятся из остова через специальные отверстия в его верхней части. Кабельные выводы крепятся к остову зажимами (клицами) из древесно-слоистого пластика.

Подшипниковые щиты служат для установки якоря, опирающегося на два роликовых подшипника (8Н9241711М) и (8Н32330М).

← Рис. 1.31. Разрез тягового электродвигателя ЭДУ-133:
1 — коллектор; *2, 22* — подшипник; *3* — упорное кольцо; *4, 23* — крышка подшипника; *5* — изоляционный цилиндр; *6* — нажимной конус; *7* — малый подшипниковый щит; *8* — изолятор; *9* — щеткодержатель; *10* — нажимная втулка; *11* — передняя нажимная шайба; *12* — обмотка добавочного полюса; *13* — сердечник добавочного полюса; *14* — станина; *15* — планка; *16* — сердечник якоря; *17* — сердечник главного полюса; *18* — обмотка главного полюса; *19* — задняя нажимная шайба; *20* — обмотка якоря; *21* — большой подшипниковый щит; *24* — лабиринтное кольцо; *25* — вал; *26* — переходная втулка

Со стороны коллектора установлен малый щит *7,* со стороны шестерни — большой щит *21* (см. рис. 1.31). Используется подшипниковая смазка ЖРО или ЖРО-М. Смазку (ЖРО, ТУ32ЦТ 520-73) для роликовых подшипников тяговых электродвигателей запрессовывают шприц-прессом через масленку.

Выточки в щитах под роликовые подшипники и посадочные поверхности щитов должны быть строго концентричны, так как биение этих поверхностей допускается не более 0,1 мм. С внутренней стороны каждого подшипникового щита расположено кольцо с лабиринтными канавками. В подшипниковом щите со стороны коллектора установлен опорно-упорный подшипник *2,* наружное кольцо которого имеет буртики с двух сторон, а внутреннее — только с одной. К торцу вала якоря шайбой и болтами прикреплено упорное кольцо *3.* Подшипник воспринимает усилия, направленные вдоль вала якоря. Продольный разбег якоря составляет 0,08...0,5 мм.

Перед насадкой внутреннего кольца подшипника *2* на вал надевают переднее лабиринтное кольцо с канавками. Эти канавки и лабиринтное кольцо подшипникового щита образуют уплотнение, препятствующее проникновению смазки в полость тягового электродвигателя. Снаружи полость подшипника закрыта крышкой *4.* Крышка прикреплена к щиту болтами, а так как она должна закреплять наружное кольцо подшипника, то между ней и щитом имеется зазор (0,2...0,7 мм).

В подшипниковом щите со стороны шестерни находится опорный подшипник *22,* внутреннее кольцо которого насаживается на вал якоря в нагретом состоянии вслед за лабиринтным кольцом. Крышка подшипника *23* имеет снаружи лабиринтные канавки, в которые входят выступы посаженного на вал лабиринтного кольца *24,* которое предотвращает вытекание смазки из подшипника. Для предохранения от проникновения смазки внутрь тягового электродвигателя в щите имеется воздушный канал (дренажное отверстие) с комбинированными уплотнениями. В период эксплуатации смазку в подшипники добавляют шприц-прессом через масленки.

Подшипниковые щиты плотно пригнаны к остову и прикреплены к нему болтами, под головки которых подложены пружинные шайбы, предохраняющие болты от самоотвинчивания. Для выпрессовки подшипниковых щитов из остова электродвигателя используются просверленные в них специальные отверстия с резьбой, в которые заворачиваются технологические болты.

Остов тяговых электродвигателей всех модификаций имеет четыре кронштейна, в которые установлены щеткодержатели, удерживающие щетки в специальных гнездах, и обеспечивающие постоянный контакт щеток с поверхностью коллектора. Допуск на отклонение расположения кронштейнов щеткодержателей после приварки их к корпусу не должен превышать ±0,5 мм.

Главные полюсы представляют собой моноблок, пропитанный эпоксидным компаундом, состоящий из сердечника и катушки. Сердечник набран из штампованных листов малоуглеродистой стали Ст2 толщиной 2 мм. Листы сердечников спрессованы и стянуты четырьмя заклепками с потайными головками. Для размещения головок заклепок и равномерного распределения усилия крайние листы изготовляются более толстыми.

В середине каждого листа сердечника выштамповано отверстие, в которое после сборки запрессовывают стальной стержень. Три болта М30, крепящих сердечник к остову, ввертывают в стержень, при этом усилие от стержня равномерно передается на листы сердечника. Стержень может заменяться без нарушения целостности моноблока. Головки болтов заливают кварцкомпаундом, препятствующим просачиванию влаги внутрь остова.

Катушка главного полюса (рис. 1.33) намотана из шинной меди сечением 9 × 28 мм на широкое ребро (плашмя) в два слоя. Витки катушки главных полюсов изолированы друг от друга непропитанной стеклослюдинитовой лентой ЛСКН-160-ТТ и пропитанной стеклянной тканью *4*. Катушка состоит из двух полукатушек с числом витков *11* и *8*, соединенных между собой последовательно. Различное число витков полукатушек дает лучшее заполнение междукатушечного пространства и определяется условиями размещения главных полюсов внутри остова.

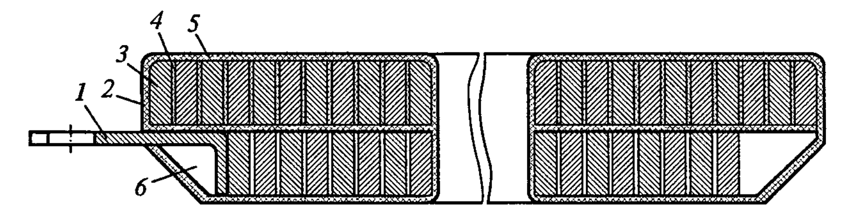


Рис. 1.33. Катушка главного полюса тягового электродвигателя ЭДУ-133:
1 — вывод; *2* — прокладка; *3* — проводник; *4* — витковая изоляция; *5* — корпусная изоляция; *6* — заполнение

Снаружи изоляция катушки (от корпуса) имеет четыре слоя непропитанной стеклослюдинитовой ленты ЛСКН-160-ТТ. В местах соприкосновения катушки с остовом дополнительно устанавливают прокладки из стеклоткани и стеклотекстолита СТЭФ-1-0,5. Между слоями катушки также укладывают прокладки *2* из стеклотекстолита. Каждый слой изоляции промазан компаундом; катушку с изоляцией запекают и спресссовывают, затем покрывают эмалью.

По другой технологии витковая изоляция катушек главных полюсов выполняется из асбестовой бумаги, слои катушки изолированы один от другого стеклотекстолитовой прокладкой — изоляция класса нагревостойкости F. Для обеспечения закрепления катушки на сердечнике зазоры между ними заполняют асбестовой лентой ЛАЭ и затем пропитывают в компаунде «Монолит-2».

Две катушки главных полюсов имеют открытые, перекрещенные выводы (см. рис. 1.32). Соединения главных полюсов между собой выполнены гибкими наборными медными шинами. Между катушкой и остовом установлена стальная прокладка толщиной 1 мм для предохранения изоляции катушки от грубо обработанной поверхности остова. Для предупреждения перемещения катушки по сердечнику при ударах и вибрациях, при уменьшении высоты ее вследствие усыхания изоляции между катушкой и башмаком полюса проложена двухслойная пружинная рамка, создающая после затяжки болтов давление на катушку. Во избежание повреждения изоляции катушка отделена от башмака предохранительной рамкой из тонколистовой стали.

Добавочные полюсы предназначены для улучшения процесса коммутации тягового электродвигателя. Устанавливают их между главными полюсами и крепят к станине болтами. Они, так же как и главные полюсы, представляют собой моноблок, пропитанный эпоксидным компаундом, и состоят из сердечников и катушек (рис. 1.34). Воздушный зазор под добавочными полюсами 9 мм. Сердечники добавочных полюсов *9* изготовлены сплошными из толстолистовой, литой или прокатанной стали, так как их размеры и поток, проходящий через них, невелики и, следовательно, потери, вызываемые вихревыми токами, незначительны. В данном электродвигателе сердечники изготовлены из проката Ст3.

Башмак сердечника *9* имеет меньший размер, чем его основное тело, и для удержания катушки с двух сторон башмака приклепаны

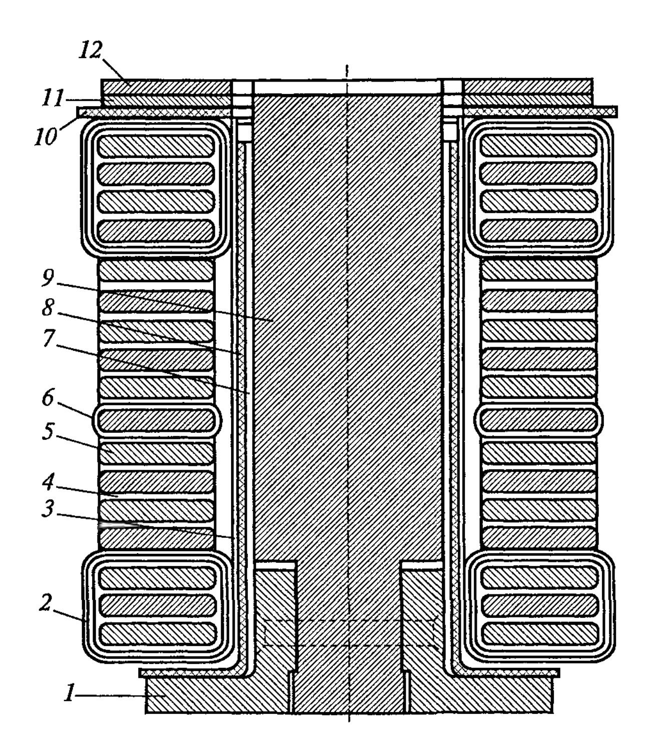


Рис. 1.34. Разрез добавочного полюса тягового электродвигателя ЭДУ-133:
1 — полюсной наконечник; *2* — корпусная изоляция; *3, 4, 8, 10* — изоляционная прокладка; *5* — проводник; *6* — защитная стеклолента; *7* — каркас; *9* — сердечник полюса; *11, 12* — металлическая прокладка

немагнитные полюсные наконечники *1* из латуни или дюралюминия. Для надежности крепления полюсные наконечники посажены на зуб.

Для предупреждения перемещения катушки вдоль сердечника (при усыхании изоляции) между ней и остовом установлена пружинная рамка. Между сердечником и остовом поставлены дюралюминиевые немагнитные прокладки *12*, увеличивающие воздушный зазор в магнитной цепи с целью уменьшения рассеивания магнитного потока и влияния на коммутацию вихревых токов. Катушка *5* добавочного полюса выполнена из шинной меди сечением 6 × 35 мм, намотанной на узкое ребро.

Между витками катушки установлены прокладки *4* из ткани стеклянной пропитанной. Полностью изолируют от корпуса только три-

четыре витка с каждой стороны — непропитанной стеклослюдинитовой лентой и стеклянной лентой.

Со стороны остова и наконечника располагают прокладки из стеклотекстолита *10*. Для повышения теплоотдачи наружную поверхность средних витков катушки не изолируют, а от корпуса они изолированы пятью прокладками из асбестовой электроизоляционной бумаги *8*. Класс нагревостойкости изоляции F. Катушка надета на стальной каркас *7*. Для изоляции от корпуса ее вместе с каркасом пропитывают в компаунде и затем покрывают электроизоляционной эмалью.

Катушки добавочных полюсов соединяются последовательно между собой и с обмоткой якоря и питаются током якоря.

Межкатушечные соединения, выполненные шинами или гибкими кабелями, при неудовлетворительном креплении вибрируют, что приводит к изломам как самих соединений, так и выводов катушек. Предпочтение отдают шинным межкатушечным соединениям, выполненным из двух голых медных лент и закрепленных к корпусу бандажом с резиновыми прокладками, гасящими высокочастотные вибрации.

Якорь электродвигателя (см. рис. 1.31) предназначен для преобразования электрической энергии, поступающей от тягового генератора на его обмотку, в механическую энергию, передаваемую через вал и редуктор колесной паре и состоит из вала *25*, переходной втулки *26*, на которую монтируются все детали якоря, сердечника *16*, обмотки *20* с уравнительными соединениями первого рода и коллектора *1*. Наличие втулки позволяет производить смену вала без нарушения всех остальных узлов.

.Вал якоря изготовлен из прокатаной стали 30ХМА с термообработкой. Один его конец обработан на конус 1:10 для насадки ведущей шестерни. Сопряжения участков вала *25* разных диаметров выполнены с плавными переходами.

Сердечник якоря *16* набран из штампованных листов электротехнической легированной стали марки 2211, 2212 (толщиной 0,5 мм), покрытых тонким слоем лака с обеих сторон. Листы набираются по массе (363 кг). Толщина крайних листов составляет 1 мм. В каждом листе выштамповано 54 паза и 32 вентиляционных отверстия диаметром 27 мм, расположенных в два ряда. Середина каждого паза должна совпадать с серединой коллекторной пластины.

Со стороны шестерни на валу установлена задняя нажимная шайба *19* (открытого типа), со стороны коллектора — передняя шайба *11*.

Нажимные шайбы, одновременно являющиеся обмоткодержателями, отлиты из стали. Открытая шайба улучшает охлаждение задних лобовых частей обмотки *20*.

Собранный сердечник без обмотки покрывают эмалью (коричневым грунтом) ФЛ-03К и запекают для повышения коррозионной устойчивости. Нажимные шайбы перед укладкой обмотки якоря покрывают стеклотканью, пропитанной в эпоксидном лаке, опрессовывают и запекают, что создает монолитную изоляцию.

Обмотка якоря петлевая, уложена в прямоугольные пазы сердечника и закреплена в них изоляционными клиньями; лобовые части обмотки закреплены бандажами из стеклобандажной ленты класса нагревостойкости Н. Концы обмотки перед входом в шлицы коллектора расплющены.

Уравнительная обмотка предназначена для равномерного распределения тока между параллельными ветвями и жесткого фиксирования напряжения между соседними коллекторными пластинами.

Уравнительная обмотка уложена на переднюю нажимную шайбу *11* под лобовыми частями обмотки якоря, выводные концы — в коллекторные пластины.

Коллектор электродвигателя состоит из пластин, нажимных втулки *10* и конусов *6*, двух изоляционных манжет и изоляционного цилиндра *5*. Диаметр коллектора 400 мм. Пластины коллектора (216 шт.) изготовлены из твердотянутой профильной меди, легированной кадмием или серебром. Пластины штампуют за одно целое с петушками. В нижней части они имеют форму «ласточкина хвоста», позволяющего прочно скрепить коллектор. Втулка и нажимной конус коллектора, конусные выступы которых входят в выточки пластин, сжаты под прессом и стянуты гайкой через пружинное кольцо. Коллектор тепловозных электродвигателей работает в напряженных условиях в механическом и тепловом отношении, поэтому все детали коллектора изготовляют из высокопрочных материалов.

Пластины изолированы друг от друга коллекторным миканитом КФШ толщиной 1,2 мм, а от корпуса — миканитовым цилиндром и манжетами ФФГА толщиной 2 мм. Выступающий конец миканитовой манжеты защищен от внешних воздействий бандажом из стеклянной ленты, покрытым сверху эмалью.

В прорези петушков впаивают концы секций обмотки якоря. Каждая четвертая пластина имеет более глубокую прорезь, в которую

дополнительно впаивают концы уравнительных соединений. Коллектор балансируют статически при помощи грузов *7*, закрепляемых в специальных канавках в нажимном конусе и втулке. Радиальное биение коллектора не должно превышать 0,05 мм.

В якорях электродвигателей применена петлевая обмотка *20* с уравнительными соединениями первого рода. Она состоит из 54 катушек и имеет изоляцию класса F. Обмотка якоря имеет шаг по пазам 1—14, шаг по коллектору 1—2. Катушка обмотки якоря состоит из четырех элементарных одновитковых секций. Каждая секция в свою очередь состоит из трех параллельных проводников, расположенных по высоте паза, а четыре витка, входящих в катушки, располагаются по ширине паза, т.е. осуществлена горизонтальная укладка.

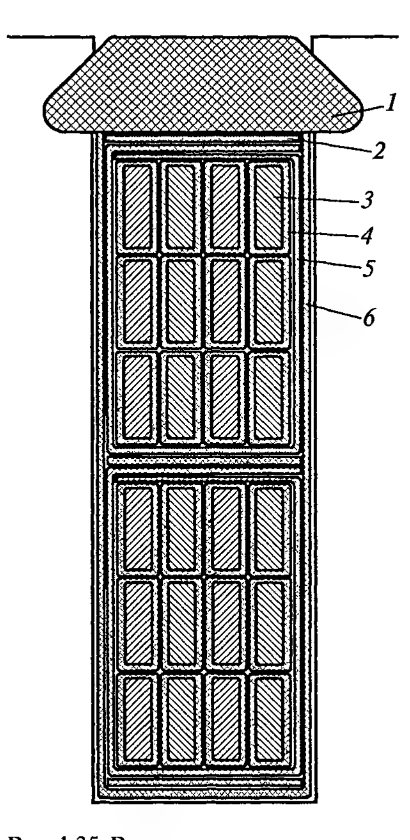


Рис. 1.35. Разрез паза тягового электродвигателя ЭДУ-133:
1 — клин; *2* — прокладка под клин; *3* — проводник; *4* — изоляция проводника; *5* — корпусная изоляция; *6* — защитная стеклолента

Виток разделен по высоте на три параллельных провода для уменьшения потерь от вихревых токов, наводимых магнитным потоком рассеяния.

В пазовой части (рис. 1.35) катушка изолирована тремя слоями стеклослюдинитовой ленты ЛС-ЭП толщиной 0,1 мм в половину нахлеста и одним слоем *6* стеклянной ленты ЛЭС толщиной 0,1 мм в половину нахлеста. Каждый проводник *3* покрывается изоляцией *4* из одного слоя стеклянной ленты толщиной 0,1 мм. В задних лобовых частях дополнительно между элементарными секциями устанавливают прокладки из стеклоленты. Передние лобовые части дополнительно имеют между витками секции прокладки из слюды, чтобы избежать витковых замыканий при

осадке и бандажировке обмотки. Концы катушек в изгибах дополнительно изолируются одним слоем полиамидной пленки ПМА толщиной 0,04 мм.

На дне паза и под клин устанавливают прокладки *2* из стеклотекстолита 0,35 мм. Обмотка якоря удерживается в пазах стеклотекстолитовыми клиньями *1* толщиной 6 мм, в лобовых частях — стеклобандажами. В электродвигателе применяют стеклобандаж, который наматывается с натяжением не менее 1,4 кН. Стеклобандаж изготовляют из специальной стеклоленты ЛСБ-F размером 0,2 × 20 мм (стеклянные волокна расположены только в продольном направлении и склеены эпоксидным связующим компаундом). Бандажи в процессе сушки запекают, и они становятся монолитными. Преимущество стеклобандажа в том, что он не разрушается при круговом огне на коллекторе.

Под передними лобовыми частями обмотки якоря находятся уравнительные соединения, выполненные из меди МГМ размером 1,68 × 5,1 мм (с изоляцией 2,23 × 6,87 мм). Шаг уравнительных соединений по коллектору 109,5—113, т.е. уравнительное соединение делается одно на паз.

Для крепления балансировочных грузов в конусе коллектора и на задней нажимной шайбе предусмотрены специальные канавки.

Щеткодержатель отлит из латуни, имеет гнезда для установки трех разрезных щеток ЭГ-61 (2 × 12,5) × 40 × 64 с резиновыми амортизаторами для защиты от ударной и вибрационной нагрузки (рис. 1.36).

При разрезных щетках в случае неровности коллектора или выпучивании одной из коллекторных пластин подскакивает сначала одна, а затем вторая из половинок щетки, поэтому контакт щетки и коллектора сохраняется постоянно, коллектор почти не подгорает. Кроме того, разрезные щетки создают хорошую политуру коллектора и тем самым улучшают условия коммутации. Резиновые амортизаторы поглощают небольшие толчки и удары, не допуская отрыва щеток от коллектора.

На электродвигателе должны быть установлены щетки одной и той же марки. Это особенно важно при петлевой обмотке, так как различие в сортах щеток может вызвать протекание больших токов по уравнительным соединениям.

Латунный корпус *1* щеткодержателя укреплен в кронштейне, вваренном в торцовую стенку остова. В корпус запрессованы два сталь-

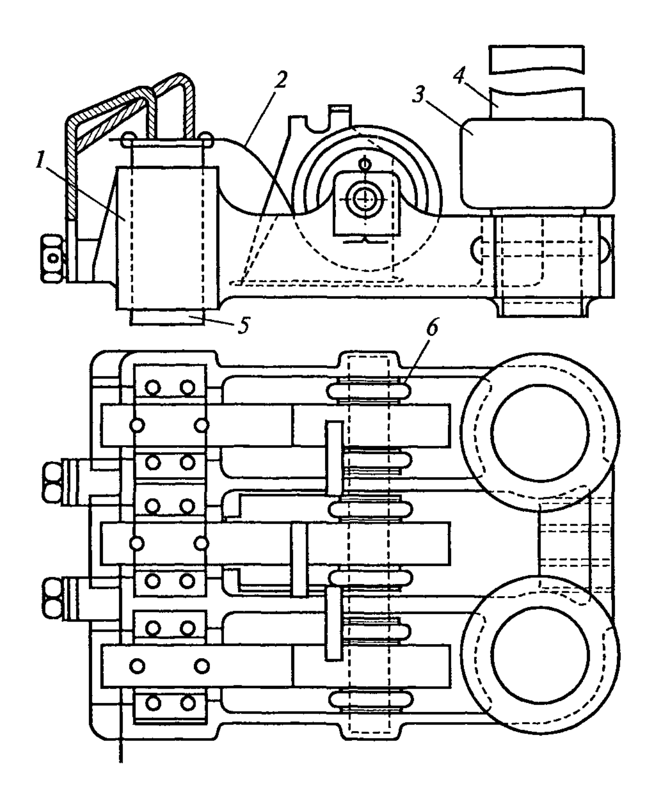


Рис. 1.36. Щеткодержатель тягового электродвигателя ЭДУ-133:
1 — корпус; *2* — спиральная пружина; *3*, *6* — изолятор; *4* — палец; *5* — щетка

ных пальца *4*, служащих для крепления щеткодержателей в кронштейне. Пальцы изолированы от корпуса прессматериалом АГ-4С или твердым изоляционным слоем из эпоксидного компаунда, на который надеты изоляторы *3* из прессматериала К-78-51. Такое выполнение пальцев щеткодержателей дало возможность повысить их изоляционные свойства и тем самым избежать снижения сопротивления изоляции в эксплуатации, которое наблюдалось при использовании фарфоровых изоляторов.

В корпусе щеткодержателя имеются два гнезда для щеток. В одно гнездо вставлена одна пара щеток *5*, в другое — две пары. Нажатие щеток на коллектор осуществляется спиральными пружинами *2*. Нажатие (4,2...4,8 Н) регулируется поворотом втулки, находящей-

ся в центре пружины. Характеристики спиральных пружин подобраны так, чтобы регулировка давления до полного износа щетки не требовалась. Щетки снабжены гибкими шунтами, прикрепленными болтами к корпусу щеткодержателя. Для удобства замены и осмотра щеток на щеткодержателях установлены стойки с заплечиками, позволяющие фиксировать пружины в приподнятом состоянии.

Вентиляция электродвигателей типа ЭДУ-133 — параллельная, независимая. Охлаждающий воздух нагнетается вентиляторами, установленными в кузове тепловоза. Воздух от вентилятора поступает в полость электродвигателя через вентиляционное отверстие, расположенное в верхней части остова над коллектором, и дальше движется двумя параллельными потоками, подобно тому, как это описано для тягового генератора. Нагретый воздух выбрасывается через отверстия в остове, защищенные сетками и щитками. Щиток у нижнего отверстия направляет поток нагретого воздуха параллельно рельсовому пути.

1.6. Тяговый электродвигатель ДАТ-510

Успехи силовой полупроводниковой техники и средств автоматики дают возможность создавать надежные и экономичные статические преобразователи частоты с приемлемыми для тепловозов размерами и массой. Этим обусловливается практическое использование на тяговом подвижном составе передачи переменного тока с асинхронными электродвигателями, имеющими короткозамкнутый ротор.

Механическая характеристика асинхронного электродвигателя жесткая, такую же характеристику имеет тяговый электродвигатель постоянного тока параллельного возбуждения, но перегрузочная способность тягового электродвигателя постоянного тока ограничивается нагреванием и коммутацией, а асинхронного — развиваемым им максимальным моментом. Поэтому асинхронный тяговый электродвигатель допускает перегрузку, ограничиваемую той частью характеристики, которая обусловливает устойчивую работу.

Технические характеристики тягового электродвигателя ДАТ-510 представлены в табл.1.6.

Таблица 1.6

Технические характеристики тягового электродвигателя ДАТ-510

Наименование показателя	Применение	
	магистральные тепловозы	маневровые тепловозы
Мощность, кВт	510	305
Напряжение линейное nom/max, В	660/700	675/1000
Номинальный ток фазы, А	550	320
Максимальное значение тока фазы, А	600	320
Частота вращения ротора nom/max, об/мин	650/2225	313/2230
Крутящий момент на валу, Н·м	7500	9316
Максимальное значение крутящего момента на валу, Н·м	9770	9770
Мощность в тормозном режиме, кВт	550	350
Расход вентилирующего воздуха, м^3/мин	60	54
КПД, %	92,0	92,5
Класс изоляции обмоток статора	Н	
Напряжение изоляции относительно корпуса, В	4000	
Масса, кг	2950	

Асинхронный тяговый электродвигатель ДАТ-510 предназначен для привода колесных пар грузовых, пассажирских и маневровых тепловозов с электрической передачей переменного тока, в частности для привода тепловозов 2ТЭ35А, 2ТЭ25А, ТЭМ21, ТЭМ10А. По ГОСТ 183-74 режим работы тягового электродвигателя S1 (продолжительный); допускается режим S2 (кратковременный) с продолжительностью включения 1 ч.

Тяговый электродвигатель ДАТ-510 состоит из следующих основных частей: статора, ротора и подшипниковых щитов (рис. 1.37). Форма корпуса электродвигателя цилиндрическая с одним конусным рабочим концом вала, служащим для насадки ведущей шестерни тягового редуктора.

Статор двигателя имеет легкий сердечник, выполненный из листов электротехнической стали, как и в других тяговых машинах переменного тока, поэтому из-за недостаточной устойчивости формы не может служить одновременно остовом машины. Для придания устойчивости сердечник закреплен в оправке *15* и корпусе *13* статора из углеродистой стали Ст3кп2. Толщина стенок корпуса определяется из условий прочности и сопряжения с другими частями машины, подшипниковыми щитами *9* и *18*.

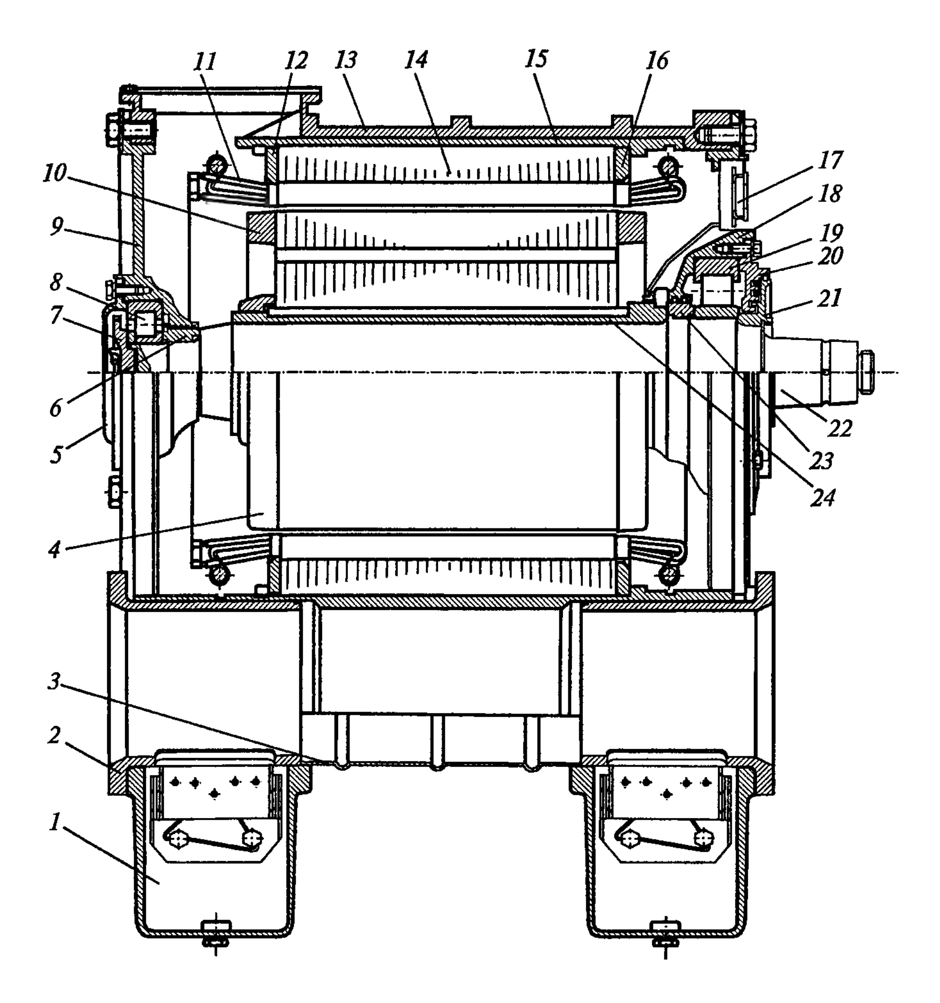


Рис. 1.37. Разрез асинхронного тягового электродвигателя ДАТ-510:
1 — шапка моторно-осевого подшипника; *2* — вкладыш моторно-осевого подшипника; *3* — кожух; *4* — ротор; *5, 20* — крышка подшипника; *6, 23* — лабиринтное уплотнение; *7* — упорная шайба; *8, 19* — подшипник; *9* — большой подшипниковый щит; *10* — обмотка ротора; *11* — обмотка статора; *12, 16* — нажимная шайба; *13* — корпус; *14* — сердечник статора; *15* — оправка; *17* — вентиляционный люк; *18* — малый подшипниковый щит; *21* — лабиринтное кольцо; *22* — вал; *24* — втулка ротора

Пакет статора набирают из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм на специальные призмы и закрепляют нажимными шайбами *12* и *16*. Двухслойную петлевую обмотку статора *11* укладывают в пазы сердечника и закрепляют в них изоляционными клиньями, затем выполняют пропитку и сушку. Лобовые части катушки обмотки якоря закрепляют конусными кольцами. Статор с уложенными в него обмотками обтачивают по призмам и запрессовывают в корпус *13*.

Изоляция обмотки статора от корпуса выполнена из полиамидной пленки и стеклянной ленты, пропитанной электроизоляционным лаком КО-916К.

Обмотка статора имеет три выводных провода (рис. 1.38) для подсоединения к внешнему источнику электропитания, на которые нанесена маркировка: U — начало первой фазы, V — начало второй фазы, W — начало третьей фазы. Для изменения направления вращения ротора необходимо поменять местами начала любых двух фаз обмотки статора.

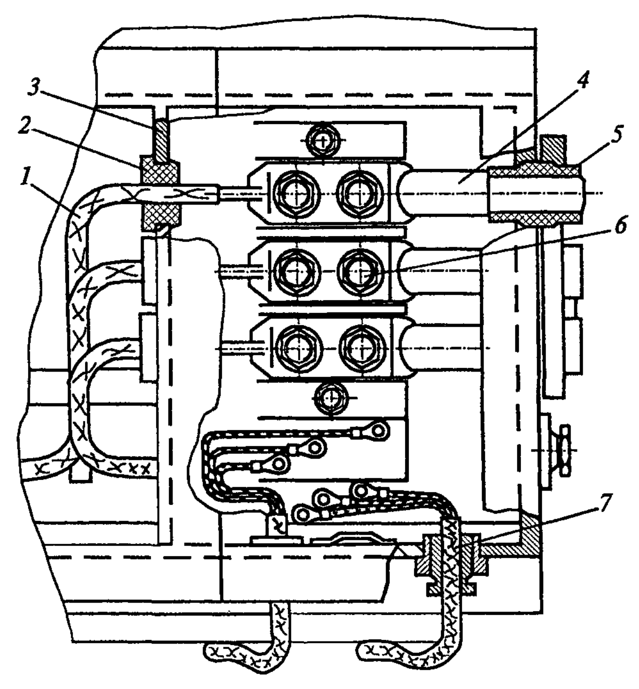


Рис. 1.38. Коробка соединений ДАТ-510:
1 — кабель внутреннего соединения; *2, 5* — изоляционная втулка; *3* — корпус; *4* — силовой кабель; *6* — болт; *7* — вспомогательные провода

Ротор двигателя расположен на валу электродвигателя, на котором закреплена втулка *24* в виде трубы (см. рис. 1.37). Сердечник ротора *14*, набранный из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, напрессован на трубу. Короткозамкнутая обмотка *10* выполнена в виде «беличьей клетки» путем заливки пазов и торцов сердечника алюминиевым сплавом. Пазы ротора имеют полуовальную полузакрытую форму.

Втулка ротора запрессована на валу с расположенными на нем кольцами *6* и *23* с лабиринтными проточками.

Вал ротора изготовлен из проката стали марки 30ХМА с термообработкой. Ротор тягового электродвигателя динамически отбалансирован.

Подшипниковые щиты *9* и *18* имеют сварную конструкцию, оборудованы камерами, которые закрыты крышками *5* и *20*, и служат для сброса отработанной смазки ЖРО или ЖРО-М.

Сборка подшипникового щита с корпусом статора *13* осуществляется по принципу центрирующего посадочного замка, т.е. с помощью посадки центрирующего выступа внешнего кольца подшипникового щита на посадочную поверхность корпуса статора. Соединение фиксируется болтами.

В подшипниковом щите со стороны, противоположной приводу, устанавливается датчик частоты вращения ротора, взаимодействующий с зубчатым венцом упорной шайбы *7* подшипника *8*. На выходе воздуха из тягового электродвигателя (вентиляционный люк) *17* предусмотрено установочное место для монтажа датчика температуры.

В подшипниковом щите со стороны, противоположной приводу, устанавливается роликовый подшипник *8* типа НО-92417 К2М, а со стороны привода — роликовый подшипник *19* типа НО-32332 К2М.

Осевые подшипники *1* с бронзовыми вкладышами *2* используются для электродвигателей с опорно-осевой подвеской. Кроме того, исполнение тяговых электродвигателей предполагает применение моторно-осевых подшипников качения (рис. 1.39, *а*) и опорно-рамного подвешивания тяговых электродвигателей (рис. 1.39, *б*).

Вентиляция электродвигателя осуществляется потоком внешнего воздуха, который подается внуть через окно сварного круглого корпуса *13*. ДАТ-510 имеет внутренние осевые ребра жесткости, образующие каналы для прохода воздуха, охлаждающего лобовые части обмотки статора *11* со стороны соединений. Воздух проходит через аксиальные каналы шихтованного сердечника ротора *4*, охлаждает

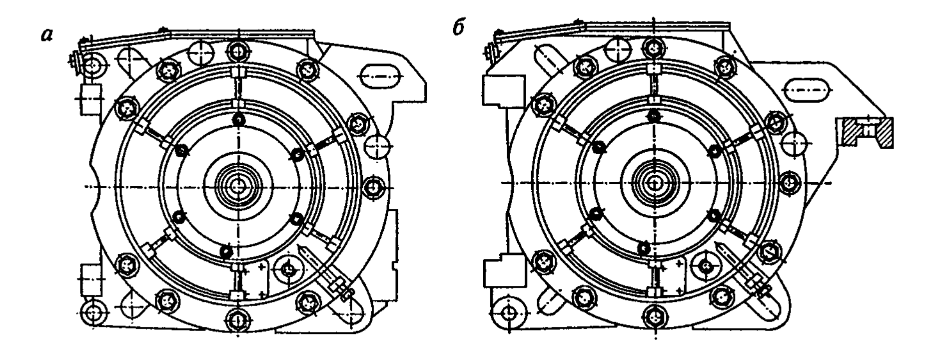


Рис. 1.39. Варианты исполнения корпуса тягового электродвигателя ДАТ-510: *а* — опорно-осевое подвешивание с подшипниками качения; *б* — опорно-рамное подвешивание

лобовые части обмотки статора со стороны привода и, нагреваясь, выбрасывается наружу через жалюзи на вентиляционных люках *17* подшипникового щита *18* со стороны привода.

Потоком воздуха также охлаждаются роторные подшипниковые узлы. Статическое давление охлаждающего воздуха замеряется в контрольной точке. Величина давления должна соответствовать нормативным значениям.

Моторно-осевые подшипники (см. рис. 1.37) имеют вкладыши *2*, размещенные в шапках *1*, которые соединены с остовом специальным замком и закреплены четырьмя болтами с резьбой М36 из стали 45. Постоянный уровень смазки в шапках контролируется по указателю. Для облегчения завинчивания болты имеют четырехгранные гайки, упирающиеся в специальные упоры на остове. Растачивание горловин под моторно-осевые подшипники производят одновременно с растачиванием горловин под подшипниковые щиты, поэтому шапки моторно-осевых подшипников не являются взаимозаменяемыми деталями. Шапки отлиты из стали 25Л1 и имеют сложную конфигурацию, обеспечивающую размещение смазочных устройств. Для предохранения моторно-осевых подшипников от попадания в них пыли и влаги ось между шапками закрыта кожухом. Каждый вкладыш состоит из двух половин, в одной из которых, обращенной к шапке, сделано окно для подачи смазки. Для фиксирования положения в осевом направлении вкладыши имеют бурты; от провора-

чивания вкладыши предохраняют шпонки. Вкладыши отлиты из латуни ЛКС80-3-3. Внутренняя их поверхность залита баббитом Б16 толщиной 3 мм и расточена по диаметру 205 мм. После расточки вкладыши подгоняют по шейкам оси колесной пары. Для обеспечения возможности регулировки натяга посадки вкладышей в моторно-осевых подшипниках между шапками и корпусом *13* установлены на болты крепления шапок стальные прокладки толщиной 0,35 мм, которые по мере износа наружного диаметра вкладышей снимаются.

Устройство, применяемое для смазки моторно-осевых подшипников, поддерживает в них постоянный уровень смазки. В шапке имеются две сообщающиеся камеры, заполняемые смазкой, в которую погружена пряжа. Камера со смазкой в нормальном режиме не имеет сообщения с атмосферой.

Кожух зубчатой передачи предназначен для защиты зубчатой передачи от внешней среды и создания масляной ванны для смазки зубчатой передачи. Кожуха зубчатой передачи могут быть выполнены стальными, сваренными из листовой стали, или стеклопластовыми, изготовленными из стеклоткани, пропитанной полиэфирной смолой. Кожуха состоят из верхней и нижней половин, которые обрабатываются совместно и раскомплектованию не подлежат. По горловинам и по разъемам кожухов установлены уплотнительные прокладки. К корпусу тягового электородвигателя стальные кожуха крепятся тремя болтами М30 из стали 45, а стеклопластовые — тремя болтами М30 из стали 10.

Половины стеклопластовых кожухов стянуты между собой шестью болтами М12 и шестью болтами М16, стальных — двумя болтами М30 по торцам и тремя болтами М16 по сторонам больших горловин. На верхних половинах кожухов имеется сапун, служащий для выравнивания давления внутри кожуха с атмосферным, а на нижних половинах — сливная пробка.

1.7. Тяговый электродвигатель НТА-350

Электропоезд переменного тока ЭН3 нового поколения создан взамен серийно выпускаемых электропоездов ЭД9Т, ЭР9. Он оборудован асинхронными тяговыми электродвигателями НТА-350, основные технические данные которых приведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7

Технические данные асинхронного тягового электродвигателя НТА-350

Наименование параметра	Режим работы	
	продолжительный	часовой
Линейное напряжение, В	1100	
Фазный ток, А	215	240
Мощность на валу, кВт	300	350
КПД, %	0,9266	0,9299
Коэффициент мощности	0,775	0,807
Частота тока статора, Гц: номинальная максимальная	 72,5 129	 72,6
Частота вращения, об/мин: номинальная максимальная	 1440 2560	
Расход охлаждающего воздуха, $м^3$/мин	0,3	
Класс изоляции	Н	
Масса электродвигателя, кг	1420	

Благодаря применению частотно-управляемого асинхронного электропривода, впервые в отечественной практике на пригородном подвижном составе реализована мощность тяговых электродвигателей 350 кВт в часовом режиме на одну тяговую ось. Это более чем в 1,5 раза выше мощности коллекторных тяговых электродвигателей, используемых на электропоездах как переменного тока (ЭД9Т, ЭР9), так и постоянного (ЭД2Т, ЭТ2, ЭД4М). Применение нового двигателя позволило в десятивагонном электропоезде сократить число моторных вагонов с пяти до четырех.

Мощность тягового электродвигателя рассчитана, исходя из условий обеспечения средней величины ускорения 0,72 $м/с^2$ при разгоне и замедлении при электрическом торможении, на техническую скорость движения по расчетному участку 70 км/ч. При этом максимальная мощность в двигательном режиме при разгоне и в генераторном (при рекуперации) составляет 420 кВт, мощность продолжительного режима (тепловая мощность) — 300 кВт, что несколько выше среднеквадратического значения 290 кВт, реализуемого за расчетный цикл нагрузок, и обеспечивает определенный запас тепловых нагрузок изоляции. Часовая мощность 350 кВт определена для такого испытательного режима, при котором нагрев обмоток примерно соответствует продолжительному режиму.

Конструкция тягового электродвигателя позволяет применять его на электропоездах переменного и постоянного тока при полной унификации исполнений. Исходя из габаритных ограничений, электродвигатель спроектировали с учетом применения серийно выпускаемого тягового редуктора с передаточным отношением 3,95, централью 475 мм и серийно выпускаемой тележкой моторного вагона электропоезда ЭД4М. Координаты всех точек его крепления к тележке сохранены.

Для достижения высоких энергетических показателей на электропоезде ЭН3 применен передаточный механизм от тягового электродвигателя к редуктору с усиленной резинокордной баллонной тороидальной муфтой. Она отличается простотой конструкции, компактностью и меньшей массой, чем муфты, применяемые на серийных электропоездах.

Статор двигателя имеет особенность конструкции — бескорпусное исполнение (рис. 1.40). Спрессованный пакет железа статора *1* располагается между двумя литыми боковинами *3, 24* — корпусами коробчатой формы. Они соединены между собой шестью стальными накладками *25* сваркой по торцам и вдоль пакета железа статора. Такой подход к конструированию тягового электродвигателя позволил максимально использовать габаритные ограничения по централи, достичь наибольшего наружного диаметра электродвигателя и минимально возможной его длины, что необходимо для размещения между электродвигателем и редуктором муфты передаточного механизма привода, улучшения условий ее монтажа и обслуживания.

Кроме того, дополнительным преимуществом подобной конструкции по сравнению с корпусной является снижение массы электрической машины, улучшение технологичности, так как благодаря совмещению боковинами функций нажимных шайб статора, опорных деталей подшипниковых щитов и несущих конструкций всего тягового электродвигателя (элементов крепления к раме тележки) исключается ряд промежуточных технологических операций и конструктивных деталей.

Трехфазная петлевая обмотка *4* статора состоит из 54 шаблонных восьмивитковых катушек, сформированных из двойного прямоугольного обмоточного провода марки ППИПК-1 с термостойкой полиамидно-фторопластовой изоляцией и соединенных «в звезду». Корпусная изоляция обмотки статора класса нагревостойкости Н выпол-

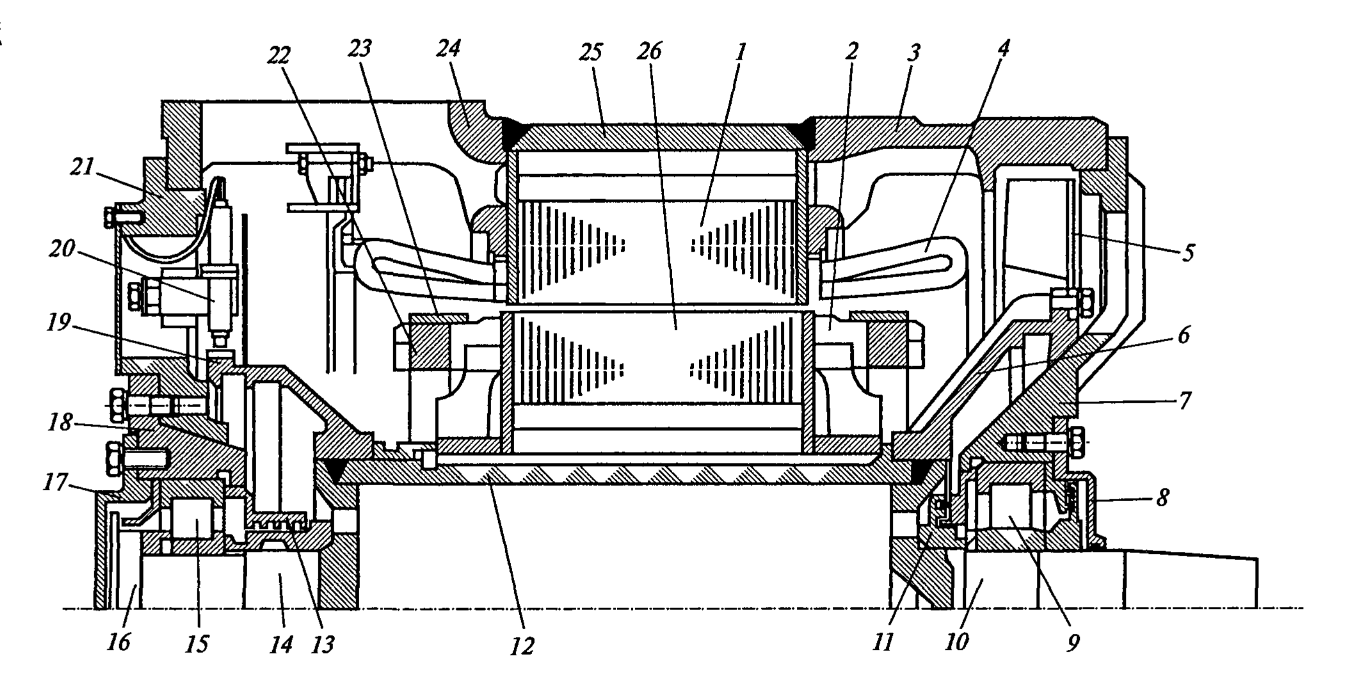


Рис. 1.40. Продольный разрез асинхронного тягового электродвигателя НТА-350:
1 — сердечник статора; *2* — стержень ротора; *3, 24* — литые боковины; *4* — обмотка статора; *5* — вентиляционный диск; *6* — ступица вентилятора; *7, 21* — подшипниковые щиты; *8* — крышка подшипника; *9, 15* — подшипник; *10, 14* — цапфа; *11, 13* — лабиринтные уплотнения; *12* — барабан; *16* — упорная шайба; *17* — крышка подшипника; *18* — ступичная часть подшипникового щита; *19* — зубчатое колесо; *20* — считывающий элемент; *21* — верхняя часть подшипникового щита; *22* — короткозамыкающее кольцо; *23* — бандажное кольцо; *25* — стальная накладка; *26* — сердечник ротора

нена на основе отечественной полиамидной пленки с клеящим слоем и с дополнительным крекингостойким слоем из непропитанной стеклослюдинитовой ленты. Собранный статор пропитан кремнийорганическим лаком КО-916К, обладающим высокими адгезионными и цементирующими свойствами. С внешней схемой обмотка статора соединяется тремя силовыми кабелями через коробку выводов. Выбор изоляционной системы класса нагревостойкости Н обусловлен необходимостью обеспечить высокую удельную мощность тягового электродвигателя при ограниченном теплоотводе в условиях самовентиляции.

Роторная короткозамкнутая обмотка тягового электродвигателя НТА-350 выполнена медными прямоугольными стержнями *2*, установленными в закрытые пазы сердечника *26*. Они соединены по торцам медными короткозамыкающими кольцами *22* или пайкой серебросодержащими припоями, либо электросваркой. Короткозамыкающие кольца не имеют центрирующих поддерживающих элементов. Механическая прочность соединения кольцо—стержень при действии центробежных сил обеспечивается бандажным кольцом *23* из высокопрочной немагнитной стали.

Особенностью конструкции ротора тягового электродвигателя является пустотелый вал, что позволяет максимально снизить массу. Вал состоит из цилиндрической средней части (барабана) *12* и приваренных к ней двух цапф *10, 14* для подшипниковых опор.

В качестве опор вращения ротора использованы серийные роликоподшипники тяговых электродвигателей ТДЭ-235У1 электропоезда ЭД4: со стороны привода — подшипник *9* (НО-32419М), с противоположной стороны — фиксирующий подшипник *15* (НО-62417КШ). Подшипниковые узлы предусматривают возможность дозаправки свежей смазки и выброс в специальные маслосборники отработанной смеси. Для предотвращения протекания через подшипники токов, вызванных магнитной несимметрией машины, подшипниковый щит со стороны, противоположной приводу, выполнен составным. Ступичная *18* и внешняя *21* части щита разделены изоляционной манжетой.

Датчик частоты вращения установлен при изготовлении тягового электродвигателя и является неотъемлемым элементом системы управления тяговым преобразователем. Датчик состоит из вращающегося зубчатого колеса *19*, установленного на втулке вала ротора, и

двух цилиндрических считывающих элементов *20* (рабочего и резервного), закрепленных на внутренней стороне подшипникового щита. Считывающие элементы экранированы от электромагнитных полей обмоток специальными стальными пластинами. Кабельные выводы считывающих элементов датчика имеют штепсельные разъемы, закрепленные на коробке выводов электродвигателя.

Встроенный вентилятор тягового электродвигателя состоит из ступичной части *6*, установленной на втулке вала ротора со стороны приводного конца, и вентиляционного диска *5* с приваренными к нему штампованными лопатками коробчатой формы. Диск зафиксирован на ступичной части центрирующей посадкой и закреплен болтами и штифтами.

Опытные образцы тяговых электродвигателей прошли определительные испытания при питании от источника синусоидального напряжения, регулируемого по величине и частоте. Установлено, что при предельном использовании теплостойкости изоляции класса нагревостойкости Н может быть достигнута часовая мощность 450 кВт. При питании тягового электродвигателя от тиристорного четырехквадрантного преобразователя напряжения из-за увеличения потерь в часовом режиме он развивает только 350 кВт. Подобное наблюдение получено и при питании от преобразователя тока, установленного на электропоезде ЭН3. В то же время современные преобразователи напряжения на IGBT-транзисторах вызывают незначительное повышение потерь, и новый тяговый электродвигатель может реализовать часовую мощность примерно 410 кВт. Таким образом, тяговый электродвигатель НТА-350 можно рассматривать как базовую модель для электропоездов различного назначения (пригородного, местного или скоростного сообщений).

1.8. Тяговый электродвигатель НТА-1200

Тяговый электродвигатель НТА-1200 предназначен для преобразования электрической энергии, получаемой из контактной сети через преобразователь частоты и напряжения, в механическую энергию, передаваемую колесной паре пассажирского электровоза двойного питания ЭП10 через передаточный механизм.

Подвешивание тягового электродвигателя на тележке электровоза опорно-рамное с индивидуальным приводом каждой колесной

пары через редуктор с передаточным отношением 85 : 23 = 3,6956 при торцевом модуле зубчатой передачи m = 11 мм. Расчетная централь Ц = 602 мм.

Тяговый электродвигатель рассчитан для работы в условиях эксплуатации при воздействии механических факторов внешней среды в части вибрационных и ударных нагрузок в соответствии с ГОСТ 2582-81 для группы М26 по ГОСТ 17516.1-90. Климатическое исполнение У1 по ГОСТ 15150-69.

Основные технические данные тягового электродвигателя приведены в табл. 1.8.

Таблица 1.8

Технические данные электродвигателя НТА-1200 при питании синусоидальным напряжением

Наименование параметра	Режим работы	
	часовой	продолжительный
Мощность, кВт	1200	1170
Напряжение линейное, В	2183	
Ток фазы статора, А	385	375
Частота вращения, об/мин	1295	
Вращающий момент, кН·м	8,853	8,629
Частота тока, Гц	65,4	
КПД, %	95,7	95,8
Cos φ	0,861	
Масса, кг	2600	
Вентиляция	Независимая	
Количество охлаждающего воздуха, $м^3$/мин	90	
Потери полного давления воздуха, Па	1700	

Тяговый электродвигатель НТА-1200 является трехфазной асинхронной электрической машиной бескорпусного исполнения, имеющий короткозамкнутый ротор, с независимой вентиляцией и регулируемой частотой вращения, что обеспечивается изменением частоты питающего напряжения.

На рис. 1.41 приведен продольный разрез тягового электродвигателя НТА-1200.

Конструктивно электродвигатель состоит из статора *1*, ротора *2*, подшипниковых щитов *3* и *4*, торсионного вала *5* с зубчатой полумуфтой *6*.

Статор бескорпусного исполнения содержит пакет магнитопровода, который в спрессованном состоянии зажат между двумя кор-

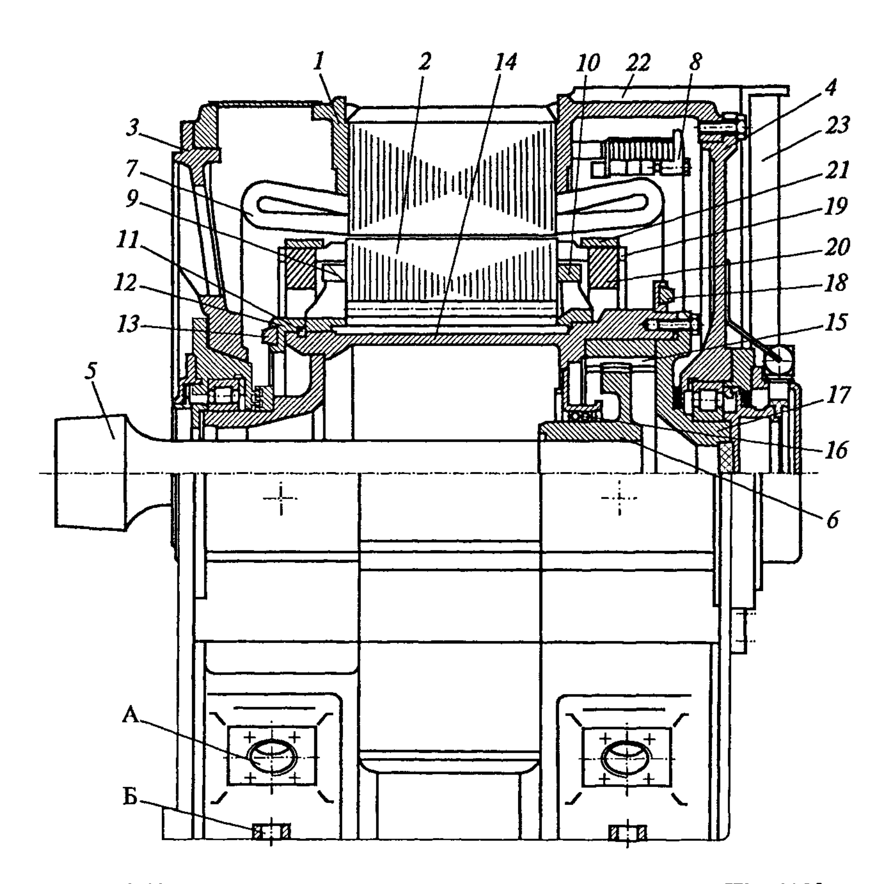


Рис. 1.41. Разрез асинхронного тягового электродвигателя НТА-1200:
1 — статор; *2* — ротор; *3*, *4* — подшипниковый щит; *5* — торсионный вал; *6* — зубчатая полумуфта; *7* — обмотка статора; *8* — изоляционные пальцы; *9*, *10* — нажимные шайбы; *11* — кольцевая шпонка; *12* — удерживающее кольцо; *13* — балансировочные грузы; *14* — полый вал; *15* — зубчатый венец; *16* — уплотнительная манжета; *17* — съемная втулка; *18* — кольцо; *19* — стержень ротора; *20* — короткозамыкающее кольцо; *21* — бандажное кольцо; *22* — вентиляционный короб; *23* — кожух; А — резьбовые отверстия; Б — отверстия для слива конденсата

пусами коробчатой формы, соединенными между собой сваркой шестью стальными накладками сечением 25 × 200 мм, имеющими длину, равную длине шихтованного сердечника. Корпусы являются несущей основой конструкции электродвигателя. На них выполнены «замки» для установки съемных кронштейнов *3*, *4* (рис. 1.42) креп-

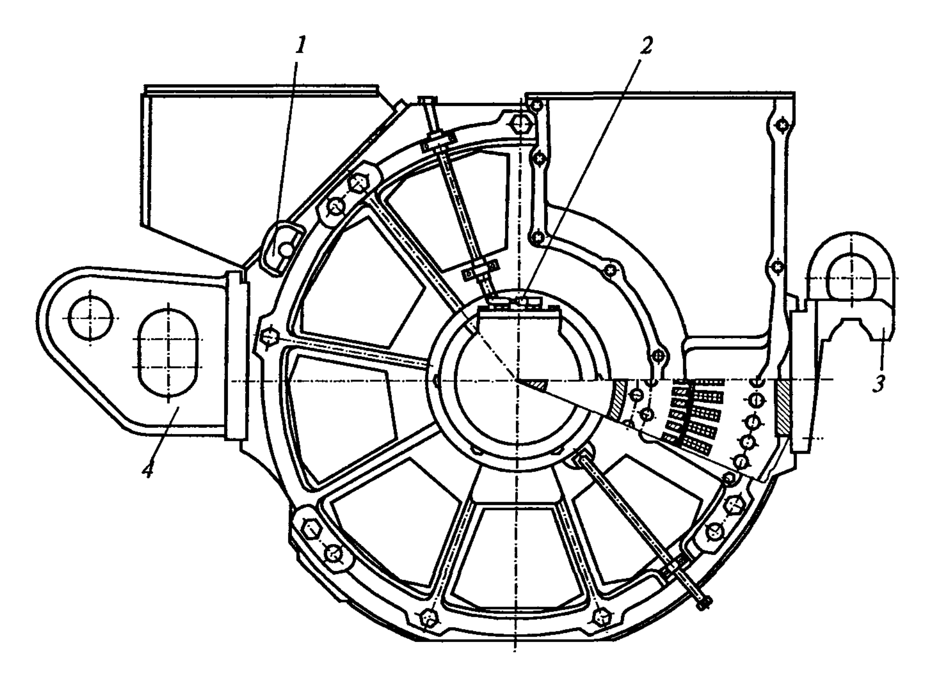


Рис. 1.42. Поперечный разрез тягового электродвигателя НТА-1200:
1 — датчик температуры; *2* — датчик частоты вращения; *3*, *4* — кронштейн для крепления электродвигателя

ления электродвигателя к раме тележки; резьбовые отверстия А (см. рис. 1.41) для размещения транспортировочных рым-болтов; отверстия Б для слива конденсата и горловины для запрессовки подшипниковых щитов. Одновременно корпусы являются камерами для размещения лобовых частей обмотки статора *7* и воздуховодами для равномерного распределения вентилирующего воздуха по поперечному сечению тягового электродвигателя.

Трехфазная обмотка статора (рис. 1.43) состоит из двух независимых обмоток с общим числом полюсов 2р = 6. Каждая фаза обмотки состоит из трех параллельных ветвей (a = 3). При этом каждая из обмоток собрана из фазных катушечных групп одной условной полярности. Обмотка *1* с катушками условно южной полярности соединена «в звезду» без вывода нулевой точки. Обмотка *2* с катушками условно северной полярности разомкнута и имеет свободные выводы начала и конца в каждой фазе.

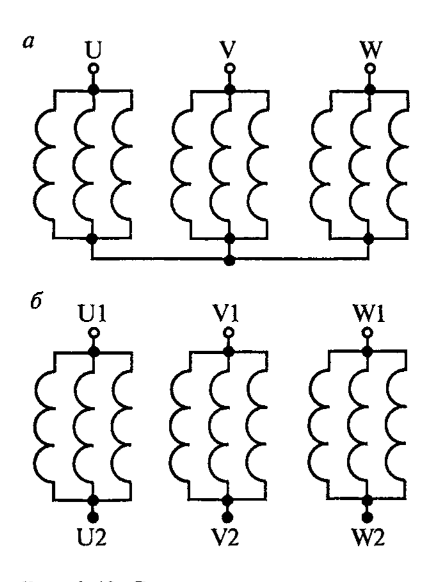


Рис. 1.43. Схема соединений обмотки статора в фазы тягового электродвигателя НТА-1200:
а — обмотка *1*; *б* — обмотка *2*

Такое исполнение статорной обмотки при некотором конструктивном усложнении выводов позволяет за счет внешней коммутации выводов в схеме электровоза соединять статорную обмотку на тяговом электродвигателе с включением фаз первой и второй обмоток последовательно в одну «звезду» или иметь две параллельные «звезды» с их независимым питанием, что продиктовано особенностями схемы питания электровоза ЭП10 при работе от контактной сети переменного тока (25 кВ, 50 Гц) или от контактной сети постоянного тока (3000 В). Конструктивно обмотка статора состоит из 72 жестких шаблонных катушек, уложенных в открытые пазы статора и закрепленных клиньями из профильного стеклопластика. Катушки наматываются из медного изолированного прямоугольного провода марки ППИПК-1 с размерами 2,24 × 5,3/2,55 × 5,63 мм (в два параллельных провода), имеют 9 витков. Корпусная изоляция катушек в пазовой части состоит из двух слоев с перекрытием в половину нахлеста и одного слоя с перекрытием 2/3 ширины ленты стеклослюдинитовой «Samikapor 366.86» — 0,11 × 20 мм и одного слоя стеклоленты ЛЭС 0,1 × 20 мм, уложенной встык. В лобовых частях — три слоя в половину нахлеста стеклослюдинитовой ленты и один слой ленты ЛЭС с аналогичным перекрытием. Пазы статора перед укладкой катушек изолируются гильзами из синтофлекса 828 толщиной 0,15 и 0,24 мм.

После укладки и расклиновки катушки соединяются между собой в катушечные группы и фазы шинными перемычками (рис. 1.44) методом пайки припоем ПСР-25Ф. Соединения изолируются стеклослюдинитовой лентой ЛСЭК-5-СПл 0,1 × 20 мм и стеклолентой ЛЭС 0,1 × 20 мм. Шинные перемычки выполнены из медной ленты ДПРНМ сечением 1,81 × 19,5 мм и изолированы шестью слоями стеклослюдинитовой ленты ЛСЭК-5-СПл в половину нахлеста, разме-

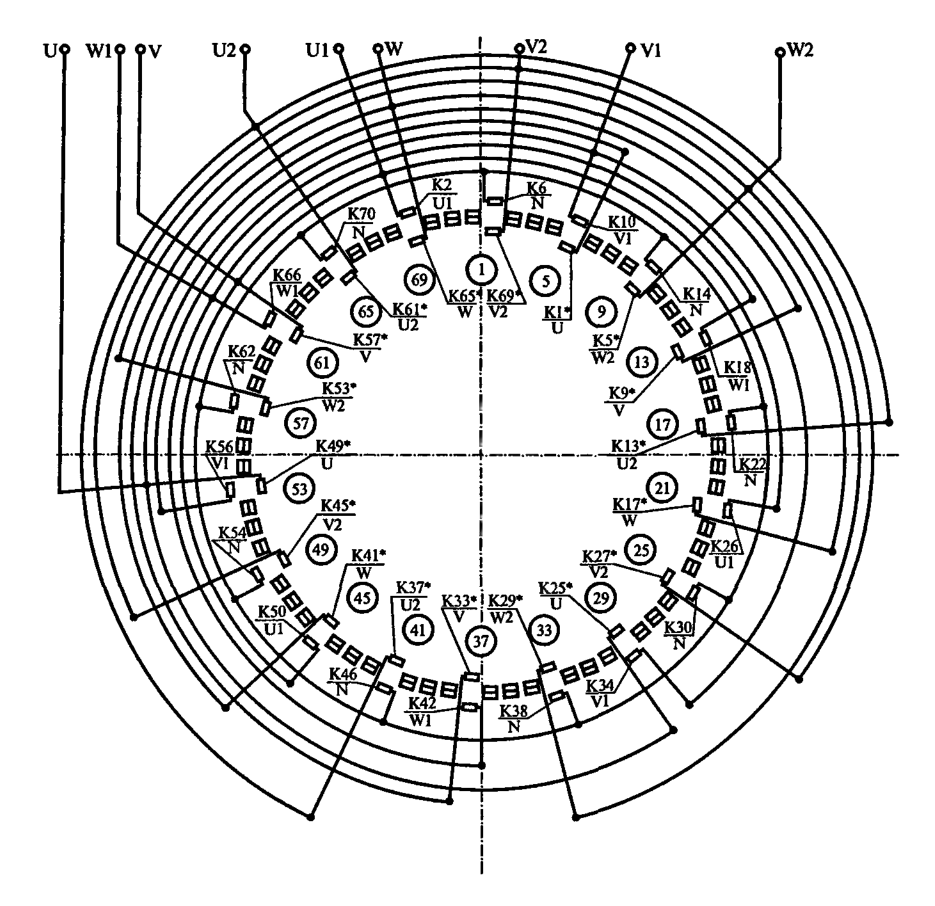


Рис. 1.44. Схема соединений выводов обмотки статора тягового электродвигателя НТА-1200

ром 0,1 × 20 мм и одним слоем в половину нахлеста стеклоленты ЛЭС 0,1 × 20 мм. Комплект шинных перемычек размещен на жестких скобах, приваренных изнутри к корпусу статора со стороны выводов, и закрепляется специальными изоляционными пальцами *8* (см. рис. 1.41), выполненными из прессматериала АГ-4В. К фазным шинным перемычкам припаяны гибкие кабельные выводы с опрессованными и соответственно промаркированными наконечниками.

Коробка выводов (рис. 1.45) служит для расположения наконечников выводных кабелей *1* (см. рис. 1.43), которые крепятся на крон-

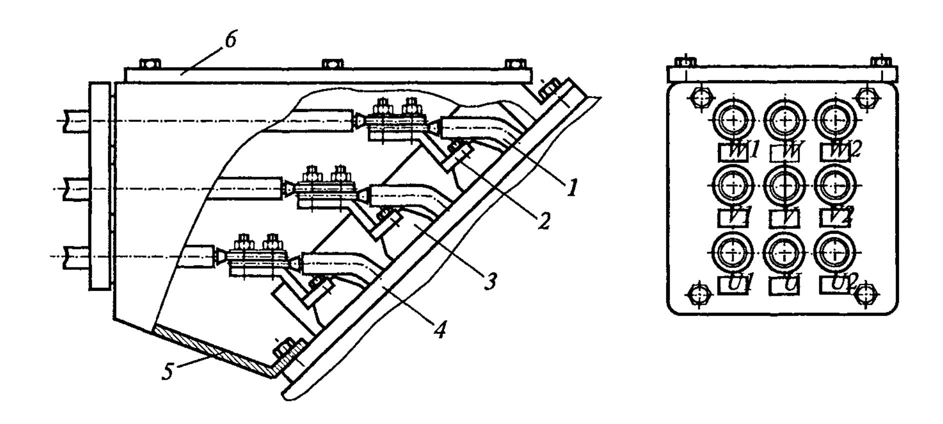


Рис. 1.45. Коробка выводов тягового электродвигателя НТА-1200:
1 — наконечники выводных кабелей; *2* — кронштейн; *3* — опорный изолятор;
4 — изоляционная панель; *5* — корпус; *6* — крышка

штейнах *2* опорных изоляторов *3*. Опорные изоляторы расположены на изоляционной панели *4*, установленной в коробке выводов. Коробка закрывается крышкой *6* из стеклопластика. Обмотанный статор вместе с шинными перемычками подвергается вакуумнагнетательной пропитке в смоле 3351 фирмы «*Isola*» (Швейцария).

Короткозамкнутый ротор *2* (см. рис. 1.41) содержит сердечник, выполненный из листовой электротехнической стали толщиной 0,5 мм, с двух сторон зажатый нажимными шайбами *9, 10*, имеющими прессовую посадку на вал. Со стороны запирающей шайбы установлена кольцевая шпонка *11* и удерживающее кольцо *12*, соединенное с нажимной шайбой электросваркой. В удерживающем кольце предусмотрена канавка для установки балансировочных грузов *13*.

Пакет магнитопровода ротора, имеющий вентиляционные отверстия и пазы для укладки роторной обмотки *19*, напрессован на полый вал *14*, представляющий собой втулку, через которую проходит торсионный вал *5*.

Торсионный вал *5* с напрессованной зубчатой полумуфтой 6 сочленяется с зубчатым венцом *15* муфты привода, который в свою очередь запрессован в полость втулки, образованную с одной стороны перегородкой с сальником (две уплотнительные манжеты *16*), с другой стороны — съемной втулкой *17*, служащей второй подшипниковой опорой ротора.

Сальниковые манжеты плотно прилегают к торсионному валу, создавая таким образом в зубчатой полумуфте *6* масляную камеру, в которую заливается 2,5 кг осевого масла «ОС-3» с добавлением 0,052 кг порошка дисульфид молибдена.

При избыточном заполнении масляной камеры излишки масла могут в процессе монтажа электродвигателя с колесной парой, вследствие большого перекоса торсионного вала, вытекать через манжеты во внутреннюю полость втулки ротора по торсионному валу до создания нормального уровня в камере муфты, соответствующего при невращающемся роторе уровню расположения манжет. Наличие подтеков масла на торсионном валу не является признаком ненормальной работы электродвигателя.

Кольцо (см. рис. 1.41) с канавкой для балансировочных грузов *18* напрессовывается на втулку полого вала *14* и приваривается к нему после укладки и пайки обмотки ротора *19*. Кроме того, на втулку полого вала напрессованы детали лабиринтно-щелевого уплотнения подшипников и внутренние обоймы подшипников.

Роторная короткозамкнутая обмотка выполнена из 88 медных прямоугольных стержней *19* сечением $9{,}0 \times 25$ мм, соединенных по торцам медными короткозамыкающими кольцами *20* пайкой серебросодержащим припоем ПСР-25Ф. В средней части стержни защемлены в пакете железа ротора с помощью керновки. Отсутствие центрирующих элементов короткозамыкающих колец, а также наличие по краям пакета железа листов с расширенными размерами пазов позволяет стержням свободно перемещаться при тепловых деформациях как в аксиальном направлении — от места керновки, так и в радиальном направлении в консольной части — от места фиксации в пазу.

Для обеспечения прочности короткозамыкающих колец и соединений со стержнями на специально проточенные поверхности короткозамыкающих колец напрессованы бандажные кольца *21*, которые выполнены из специальной высокопрочной немагнитной стали. Посадка колец осуществлена с предварительным нагревом до температуры 280 °С.

Для исключения появления дополнительного шума в работающем электродвигателе от вибрации листов в зубцовой зоне магнитопровода ротор пропитан в кремнийорганическом лаке КО-916К.

Окончательно собранный ротор подвергается динамической балансировке с допустимым остаточным дисбалансом не более 90 г·см на каждую сторону.

Подшипниковые щиты тягового электродвигателя выполняют роль опоры ротора и изготовлены из стального литья в виде дисков.

В средней части щиты (рис. 1.46) имеют гнезда для посадки наружных колец подшипников *1, 2* и размещения деталей уплотнения

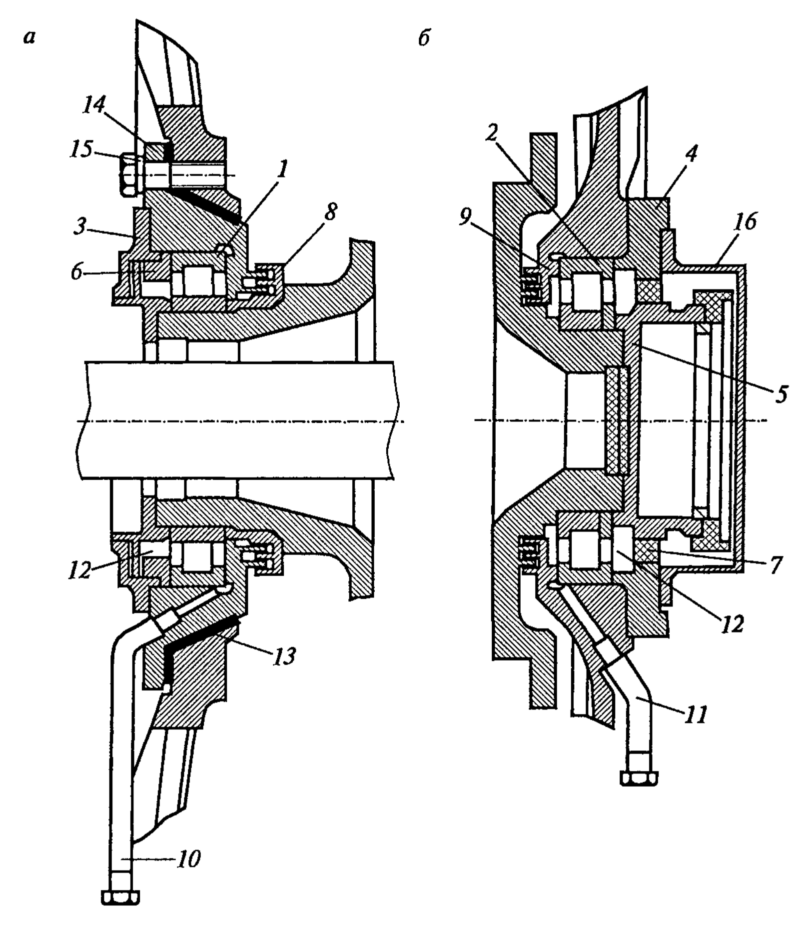


Рис. 1.46. Система уплотнения подшипников и подвода смазки тягового электродвигателя НТА-1200:

а — малый подшипниковый щит; *б* — большой подшипниковый щит; *1, 2* — подшипники; *3, 4, 5* — крышки подшипников; *6, 7* — дозирующие кольца; *8, 9* — лабиринтные кольца; *10, 11* — трубки подачи смазки; *12* — камера сбора отработанной смазки; *13* — миканитовая манжета; *14* — изоляционная втулка; *15* — изоляционная прокладка; *16* — крышка

подшипниковых камер: крышек подшипников *3, 4, 5*; дозирующих колец *6, 7*; лабиринтныех колец *8, 9*, а по наружному контуру — утолщения с фланцами для запрессовки и крепления их болтами М20 в корпусах статора. Во фланцах имеется по четыре отверстия с резьбой М30 для выжимных болтов, с помощью которых щиты выпрессовываются из остова при разборке тягового электродвигателя. С наружной стороны на щитах установлены трубки *10, 11* для подачи смазки в подшипники и камеры *12* для сбора отработанной смазки.

С целью защиты подшипников от протекания по ним «подшипниковых токов», возникающих от магнитной несимметрии машины, подшипниковый щит со стороны выхода конца торсионного вала выполнен с изолированной ступичной частью. Изолировка осуществляется формованной миканитовой манжетой *13*, изоляционными втулками *14* и изоляционными прокладками *15*.

В электродвигателе НТА-1200 применены специальные подшипники качения, рассчитанные на повышенную частоту вращения: со стороны привода — роликовый подшипник 80-32134М2; со стороны, противоположной приводу, — роликовый фиксирующий подшипник 80-92228М1. Подшипниковые камеры заполняются специальной смазкой Буксол, которая закладывается при сборке электродвигателя.

Для реализации частотного управления на электродвигателе установлен бесконтактный датчик частоты вращения (рис. 1.47). Вращающаяся часть *2* датчика закреплена на втулке ротора со стороны зубчатой муфты, а неподвижная ответная часть *1* — на крышке подшипникового щита. Специальными кабелями и штепсельными разъемами датчик соединяется со схемой управления электровоза.

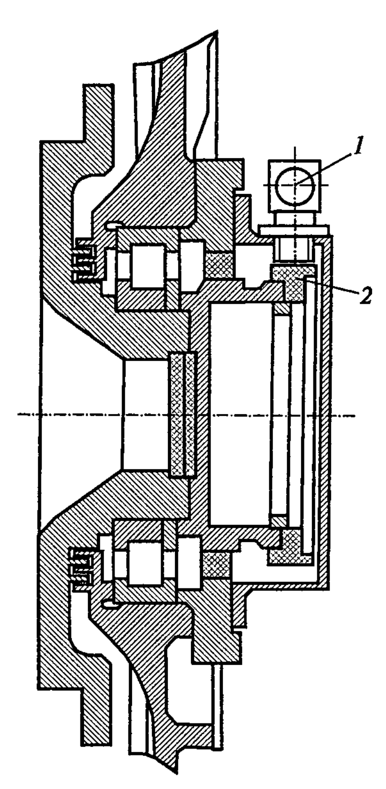


Рис. 1.47. Установка датчика частоты вращения тягового электродвигателя НТА-1200:
1 — неподвижная часть датчика;
2 — подвижная часть датчика

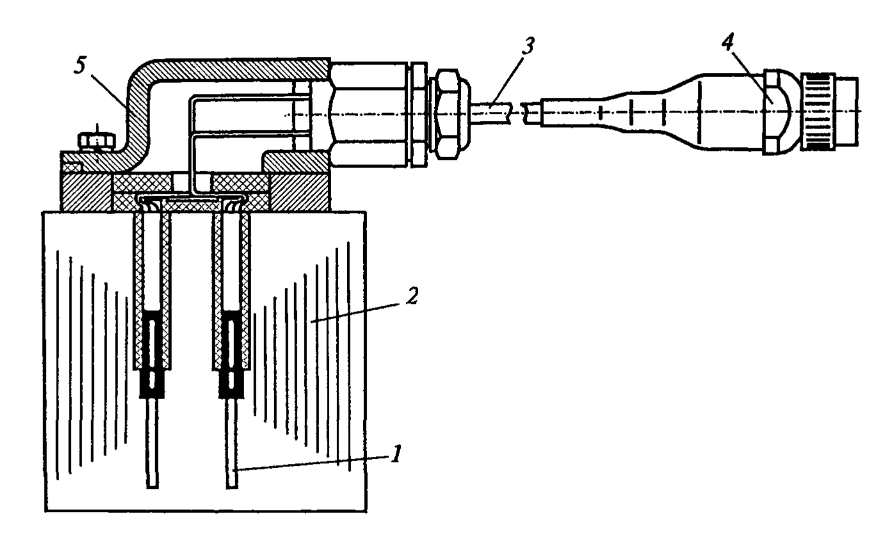


Рис. 1.48. Установка термодатчиков тягового электродвигателя НТА-1200:
1 — капсула с терморезисторами; *2* — зубец сердечника статора; *3* — кабель; *4* — штепсельный разъем; *5* — уплотнительная крышка

Для контроля теплового состояния на тяговом электродвигателе вмонтированы термодатчики. Датчик температуры (рис. 1.48) представляет собой два терморезистора в виде капсул *1*, установленных в специальные гнезда в одном из зубцов сердечника статора *2*. Специальным кабелем *3* и штепсельным разъемом *4* датчик соединяется со схемой управления электровоза. Терморезисторы соединены с выводным кабелем пайкой; место присоединения закрыто специальной уплотнительной крышкой *5*.

Вентиляция электродвигателя НТА-1200 имеет независимую принудительную систему. Охлаждающий воздух подается (см. рис. 1.41) в вентиляционный патрубок, который состоит из металлического короба *22*, установленного на боковине статора со стороны зубчатой муфты и стеклопластового кожуха *23*, закрепленного на подшипниковом щите, и выходит из электродвигателя через торцевые окна в подшипниковом щите со стороны выходного конца торсионного вала.

Глава 2. УСТРОЙСТВО ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

2.1. Назначение и условия работы вспомогательных машин

По назначению вспомогательные машины локомотивов можно разделить на несколько групп.

1. Машины, передающие сигналы от тиристорных и магнитных усилителей к системе возбуждения генератора. Для этой цели используются возбудители постоянного или переменного тока с одной основной обмоткой возбуждения. Они по существу выполняют роль усилителей.

2. Машины переменного тока, питающие силовые обмотки магнитных усилителей (подвозбудители). Эти машины обычно имеют повышенную частоту (400 Гц) с целью уменьшения размеров магнитных усилителей и самой машины.

3. Машины, осуществляющие обратную связь по частоте вращения дизеля (тахогенераторы). Для этой цели используются небольшие машины постоянного или переменного тока мощностью до 1 кВт.

4. Машины — источники питания цепей управления и вспомогательных машин. Вспомогательные генераторы работают параллельно с аккумуляторной батареей и питают цепи управления аппаратов; задающие обмотки возбудителей и магнитных усилителей, а также вспомогательные электродвигатели; цепи освещения и сигнализации. На некоторых локомотивах устанавливают генераторы для питания электрического отопления пассажирских поездов. Генераторы управления служат для питания низковольтных цепей управления, освещения и подзарядки аккумуляторной батареи. Мотор-генераторы необходимы для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при электрическом торможении; их устанавливают только на электровозах с рекуперативным торможением.

5. Мотор-вентиляторы, предназначенные для подачи охлаждающего воздуха в тяговые электродвигатели; охлаждения воды

и масла дизеля, а на некоторых электровозах и тепловозах для охлаждения пусковых и тормозных сопротивлений. Мотор-компрессоры обеспечивают питание сжатым воздухом пневматических тормозов, работу электрических аппаратов с пневматическим приводом. В этих случаях используются электродвигатели постоянного или переменного тока как серийные, так и специальной конструкции.

6. Пусковые электродвигатели (стартер-генераторы). На тепловозах с гидравлической и механической передачами, а также с тяговыми генераторами переменного тока для пуска дизеля применяют электродвигатели постоянного тока, питающиеся от аккумуляторной батареи.

На электровозах постоянного тока обычно все электродвигатели вспомогательных машин питаются от контактного провода. К контактной сети может быть непосредственно подключен каждый из электродвигателей или два последовательно включенных электродвигателя. Электродвигатели могут получать питание от специального преобразователя (делителя напряжения), вырабатывающего напряжение, отличное по величине от напряжения контактной сети.

Номинальным напряжением для электродвигателей вспомогательных машин, в зависимости от характера их включения, служит номинальное напряжение на токоприемнике или номинальное напряжение, разделенное на число машин, включенных последовательно. При этом падение напряжения в демпферном сопротивлении не учитывают.

Нормы колебаний напряжения на токоприемнике для вспомогательных электродвигателей принимают такими же, как и для тяговых электродвигателей. Как и все электрооборудование электровозов, электродвигатели вспомогательных машин подвержены воздействию чрезмерных перенапряжений, возникающих в контактной сети. Их величина достигает 10...15 кВ, а в отдельных случаях даже 30 кВ, причем продолжительность действия этих напряжений составляет 1000...5000 мкс. Изоляция машин должна выдерживать эти напряжения.

Вспомогательные электрические машины тепловозов приводятся во вращение непосредственно от коленчатого вала дизеля через специальные редукторы, а электродвигатели запитываются от вспомогательных генераторов, тяговых генераторов или генераторов собственных нужд.

Все вспомогательные машины расположены в кузове локомотива. Вследствие этого динамические воздействия на них в отличие от воздействий на тяговые электродвигатели снижаются. По данным измерений, проведенных в эксплуатационных условиях, на вспомогательные машины действуют ускорения в пределах (0,1...0,6) *g* с частотой 3...50 Гц. Низкочастотные колебания (3...10 Гц) являются результатом взаимодействия локомотива и пути. Они в значительной степени зависят от скорости движения, верхнего строения пути и климатических условий. Колебания более высоких частот вызываются несбалансированными массами вращающихся частей вспомогательных машин, низким качеством монтажа, недостаточной жесткостью опорных конструкций и др. Вибрации могут привести к механическим повреждениям обмоток, подшипников и других узлов, а также ухудшают условия коммутации.

При расположении вспомогательных машин в кузове улучшается их защита от пыли, влаги и других внешних воздействий. Однако при этом повышается температура окружающего воздуха за счет тепла, выделяемого работающим в кузове оборудованием. Превышение температуры воздуха в кузове при работе электровоза над температурой наружного воздуха может составлять 25...30 °С.

По режиму работы все вспомогательные машины подразделяют на машины, работающие в продолжительном режиме, в кратковременном режиме с заданной продолжительностью рабочего периода и в повторно-кратковременном режиме с различной повторностью включения (ПВ) и разной длительностью цикла.

Электродвигатели компрессоров работают в режиме повторно-кратковременных включений с частотой и длительностью цикла, зависящих от расхода сжатого воздуха и режима тяги поезда. Их нагрузка зависит от противодавления в пневматической системе и обычно колеблется в значительных пределах даже в период одного цикла работы (пуск—остановка). При пуске с демпферными или пусковыми сопротивлениями кратковременные увеличения рабочего тока могут достигать пятикратного значения по сравнению с установившимся режимом. При поездной работе локомотива в среднем бывает 5...10 пусков в 1 ч. Это предъявляет жесткие требования к коммутационной устойчивости и перегрузочной способности электродвигателей компрессоров. По опыту эксплуатации рабочий режим электродвигателя компрессора соответствует ПВ ≈ 30 % (ПВ — про-

должительность включения), но за расчетный режим при определении его мощности принимают режим при ПВ = 50 % с циклами включения и отключения продолжительностью по 5 мин. По условиям безопасности движения на локомотивах устанавливают, как правило, два мотор-компрессора.

Электродвигатели вентиляторов и генераторы управления обычно работают в длительном режиме. Пуск электродвигателей вентиляторов также сопровождается резкими бросками тока, достигающими семикратного номинального значения. Электродвигатели вентиляторов часто остаются включенными не только при движении локомотива, но и на остановках.

Режим работы мотор-генератора является кратковременным и определяется длительностью рекуперативного торможения. В зависимости от условий эксплуатации, продолжительность рекуперативного торможения может составлять 5...25 % общего времени движения по перегону.

Пуск мотор-генератора также очень затруднен, так как величина возрастания тока при пуске иногда в 5...7 раз превышает ток установившегося режима.

Вспомогательные машины должны быть рассчитаны на работу при температурах окружающего воздуха от −50 до +40 °С при высоте над уровнем моря до 1200 м, однако они не должны терять работоспособности при повышении температуры до 60 °С. Указанные требования необходимо тщательно учитывать при расчете, выборе конструкции и разработке технологии производства вспомогательных машин локомотивов, так как только в этом случае будет обеспечена их необходимая надежность и безотказность в работе. От качества работы вспомогательных электрических машин в большой степени зависит экономичность и надежность работы локомотива.

2.2. Стартер-генератор 5 СГ

Стартер-генераторы применяются на тепловозах с электропередачей переменно-постоянного тока, например, на тепловозах 2ТЭ116, ТЭП70, 2ТЭ70 и др. Их используют кратковременно в качестве электродвигателя последовательного возбуждения для пуска дизеля (с питанием от аккумуляторной батареи) и постоянно — в качестве вспомогательного генератора с независимым возбуждением.

Технические характеристики стартер-генератора 5 СГ приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Технические характеристики стартер-генератора 5 СГ

Наименование параметра	Исполнение	
	УХЛ2	Т2
Стартерный режим		
Крутящий момент на валу при трогании, Н · м	1500	2000
Пусковой ток, А	1600	2100
Крутящий момент на валу в режиме прокрутки, Н · м	843	1100
Ток в режиме прокрутки, А	800	1100
Частота вращения якоря, об/мин	330	330
Потребляемая мощность, кВт	50,0	76,0
Время нормального пуска, с	12	
Интервал между попытками пуска, с	20...40	
Число повторных попыток пуска	3	
Генераторный режим		
Максимальная мощность, кВт	62,0	60,0
Минимальная мощность, кВт	32,0	30,0
Напряжение на якоре, В	110	
Максимальный ток, А	455	436
Продолжительность максимальной нагрузки, %	50	
Продолжительность одного цикла, с	600	
Частота вращения, об/мин	1050/3333	
Класс нагревостойкости изоляции	F	F
Масса, кг	800	

Стартер-генератор представляет собой четырехполюсную электрическую машину постоянного тока. Он питает электрические цепи управления, освещения и заряда аккумуляторной батареи, а также электродвигателей постоянного тока собственных нужд. Направление вращения правое, если смотреть со стороны привода.

Стартер-генератор (рис. 2.1) имеет станину *6*, на которой расположены четыре главных *13* и четыре добавочных *10* полюсов; якорь *12*, состоящий из сердечника, обмотки *9*, уравнительной обмотки *8*, и коллектор *7*. Подшипниковые щиты *4* и *15* закрывают станину с торцев, защищая подшипники качения и щеткодержатели *3*, расположенные на траверсе.

Магнитная система включает в себя станину и расположенные на ней главные и добавочные полюсы. Станина *6* имеет цилиндрическую форму, выполнена сварной из углеродистой стали. К станине

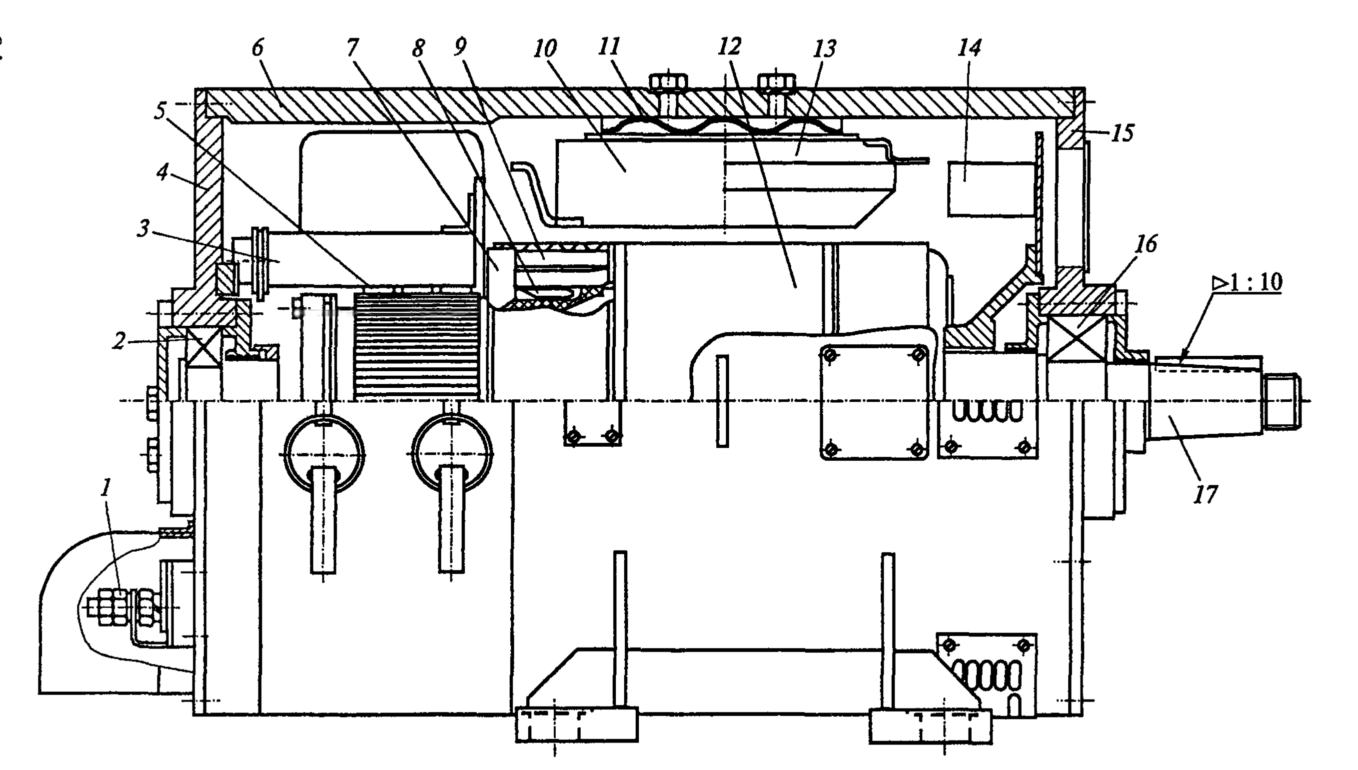


Рис. 2.1. Продольный разрез стартер-генератора 5 СГ:
1 — клеммная коробка; *2, 16* — подшипник; *3* — щеткодержатель; *4, 15* — подшипниковый щит; *5* — щетка; *6* — станина; *7* — коллекторная пластина; *8* — уравнительная обмотка; *9* — обмотка якоря; *10* — добавочный полюс; *11* — пружинная прокладка; *12* — якорь; *13* — главный полюс; *14* — вентилятор; *17* — вал; *18* — трубка для смазки

приварены снизу лапы для крепления, а сбоку — проушины для транспортировки.

Главные полюсы *13* предназначены для создания основного магнитного потока, который поступает через зазор в якорь *12*, разветвляется в сердечнике якоря, подходит к соседним полюсам и замыкается через станину.

Полюс состоит из сердечника и катушек (рис. 2.2) последовательного возбуждения (пусковой) *3* и независимого возбуждения *1*. Полюсы крепятся к станине болтами. Сердечник главного полюса набран из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, стянутых штифтами.

Катушка последовательного возбуждения имеет три витка, намотанных из медной шины сечением 1,81 × 35 мм на узкое ребро. Междувитковая изоляция выполнена из асбестовой бумаги, пропитанной в лаке КО-916К. Для корпусной изоляции использована микалента, пропитанная в лаке КО-916К.

Катушка независимого возбуждения намотана из медного изолированного обмоточного провода ПСДК-Л диаметром 2,24 мм. Корпусная изоляция также выполнена из микаленты, пропитанной в лаке КО-916.

Добавочный полюс *10* (см. рис. 2.1), состоящий из сердечника и катушки, предназначен для устранения искрения при коммутации. Четыре полюса устанавливают между главными полюсами и крепят к станине болтами. Сердечник добавочного полюса цельный, обмотки добавочных полюсов соединены последовательно между собой и с обмоткой якоря и питаются током якоря.

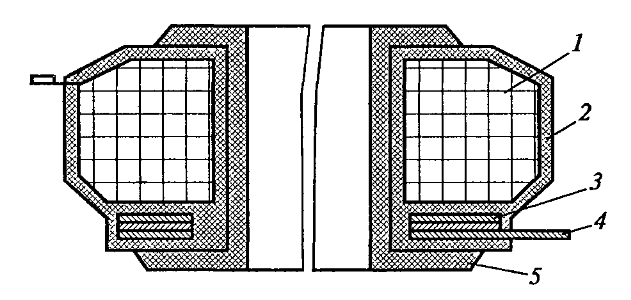


Рис. 2.2. Катушка главного полюса стартер-генератора 5 СГ:
1 — обмотка возбуждения; *2* — корпусная изоляция; *3* — пусковая обмотка; *4* — вывод обмотки; *5* — каркас

Катушка добавочного полюса намотана из медной шины сечением 3,0 × 25 мм на узкое ребро. Междувитковая изоляция выполнена из асбестовой бумаги, пропитанной в лаке КО-916К. Схема электрических соединений обмоток полюсов приведена на рис. 2.3.

Якорь стартер-генератора (см. рис. 2.1) расположен на валу *17*, имеет сердечник *12* и обмотку *9* с уравнительными соединениями *8*, коллектор *7* и вентилятор *14*. Вал якоря стальной; его свободный конец для посадки фланца имеет конусность 1:10.

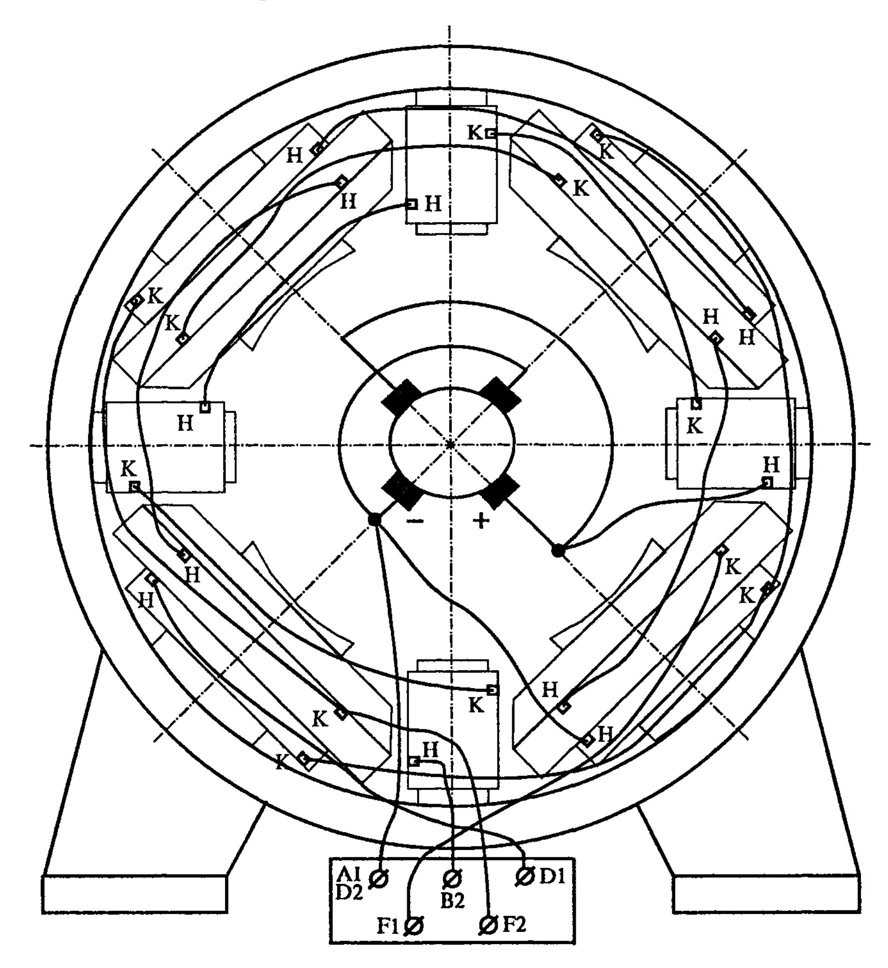


Рис. 2.3. Схема соединения обмоток стартер-генератора 5 СГ

Сердечник якоря набирается из листов электротехнической стали толщиной 2 мм, стягивается стальными шпильками и фиксируется на валу шпонкой, а от смещения удерживается с одной стороны корпусом обмоткодержателя, а с другой — корпусом коллектора. Для предотвращения распушения крайних пластин сердечника они выполнены утолщенными из углеродистой стали.

Обмотка якоря петлевая, уложена в прямоугольные пазы сердечника и закреплена в них изоляционными клиньями и бандажами из стеклобандажной ленты класса нагревостойкости F.

Уравнительные соединения *8* уложены на обмоткодержатель под лобовыми частями обмотки якоря, а их выводные концы соединены с коллекторными пластинами *7*. Применен коллектор арочного типа, изготовленный из медных пластин, изоляционные прокладки — из слюдопласта. Комплект коллекторных пластин через изоляционные манжеты стянут конусами фланца и корпуса коллектора. Фланец поджимается к корпусу коллектора гайкой. Внутренняя полость коллектора герметична.

С целью предупреждения ускоренного износа щеток не допускается эксплуатация стартер-генератора с нарушением чистоты поверхности коллекторных пластин или с повышенным нажатием на щетку. Шероховатость поверхности должна быть не более 1,6 мкм. Глубина межламельной продорожки миканита, покрывающего коллектор, допускается в пределах 0,5...1,7 мм.

Подшипниковые щиты *4* и *15* связывают якорь со станиной *6* и определяют положение оси стартер-генератора. В гнездо переднего подшипникового щита устанавливается подшипник 76-313, в гнездо заднего щита — 70-32315 К1М.

Сборка подшипникового шита со станиной осуществляется с помощью посадки центрирующего выступа внешнего кольца щита на посадочную поверхность станины. Соединение фиксируется болтами.

В подшипниках используются смазки ЖРО или ЖРО-М, которые подаются через масленки, расположенные в обоих подшипниковых щитах.

К переднему подшипниковому щиту крепится траверса, на которой расположены щеткодержатели *3* со щетками типа ЭГ-4 размером 2(10 × 32 × 32) мм. Для установки щеткодержателей в кольце траверсы имеются специальные крепления (бракеты). Нажатие на щетки осуществляется пружинами с характеристиками, которые

обеспечивают регулировку давления до величины, не превышающей полный износ щетки.

Вентиляция обеспечивается центробежным вентилятором, установленным со стороны привода на валу якоря и имеющим съемное рабочее колесо *14*. Вход воздуха через окна в подшипниковом щите *4* со стороны коллектора, а выход — через окна в заднем подшипниковом щите *15*. На входных и выходных окнах установлены защитные сетки.

Стартер-генератор имеет длительный режим работы, при этом необходимо выполнять следующие условия.

1. Стартер-генератор должен питать электродвигатели привода компрессоров, обеспечивать зарядку аккумуляторной батареи и выполнять другие вспомогательные нагрузки.

2. Допускается кратковременная перегрузка по току на 50 % в течение 60 с при номинальном напряжении. Максимальное число перегрузок в час — 8.

3. Допускается кратковременная перегрузка по току на 30 % в течение 900 с при нормальном напряжении и частоте вращения якоря 850 об/мин (2-я позиция КМ). Число перегрузок — одна в час.

4. Стартер-генератор без повреждений и остаточных деформаций выдерживает в течение 120 с аварийное повышение частоты вращения на 20 % сверх номинальной.

5. Коэффициент пульсации (отношение переменной составляющей к эффективному значению якорного тока) — не более 10 %.

Вал стартер-генератора приводится во вращение от раздаточного редуктора дизеля. На тепловозе он устанавливается на корпусе тягового генератора или на раме тепловоза.

2.3. Электродвигатель постоянного тока ДПТ-25

Электродвигатель постоянного тока ДПТ-25 предназначен для привода компрессора тепловоза, имеет высокую частоту вращения и питается от стартер-генератора номинальным напряжением 110 В. В связи с тем, что компрессор на тепловозе для нормальной работы требует значительного крутящего момента и имеет низкую частоту вращения коленчатого вала, для соединения его вала и якоря приводного электродвигателя применяют одноступенчатый понижающий редуктор. В результате достигается увеличение маховой массы

приводного электродвигателя и уменьшение пульсаций тока якоря стартер-генератора. Валы электродвигателя и компрессора соединяются с помощью муфты.

Режим работы электродвигателя — повторно-кратковременный с продолжительностью включения 60 % (ГОСТ 183-74). Основные параметры электродвигателя ДПТ-25 приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Основные параметры электродвигателя ДПТ-25

Наименование параметра	Исполнение электродвигателя		
	ДПТ-25	ДПТ-25	ДПТ-35
Схема возбуждения	Смешанная	Последовательная	Смешанная
Мощность, кВт	25	25	35
Напряжение, В	110		
Ток якоря, А	276	276	400
Номинальная частота вращения, об/мин	1000	1000	1450
Максимальная частота вращения, об/мин	–	1600	–
КПД, %	82,4	82,4	84,0

Электродвигатель постоянного тока ДПТ-25 (рис. 2.4) представляет собой четырехполюсную электрическую машину постоянного тока смешанного или последовательного возбуждением с самовентиляцией и конструктивно во многом выполнен аналогично стартер-генератору 5 СГ.

Электродвигатель состоит из следующих основных частей: магнитной системы, якоря, подшипниковых щитов и траверсы.

Магнитная система состоит из станины *6* и расположенных на ней главных и добавочных полюсов.

К удлиненной сварной станине *6*, изготовленной из низкоуглеродистой низколегированной стали 09Г2С, крепятся болтами четыре главных *9* и четыре добавочных полюса *7* с обмотками возбуждения.

Главные полюсы изготовлены из штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, стянутых стальными заклепками между крайними листами толщиной 5 мм. Главный полюс прикреплен к остову болтами.

Сердечники добавочных полюсов — массивные литые или изготовлены из толстолистового проката. На нижней части сердечника устанавливают латунные наконечники для закрепления катушки. Для

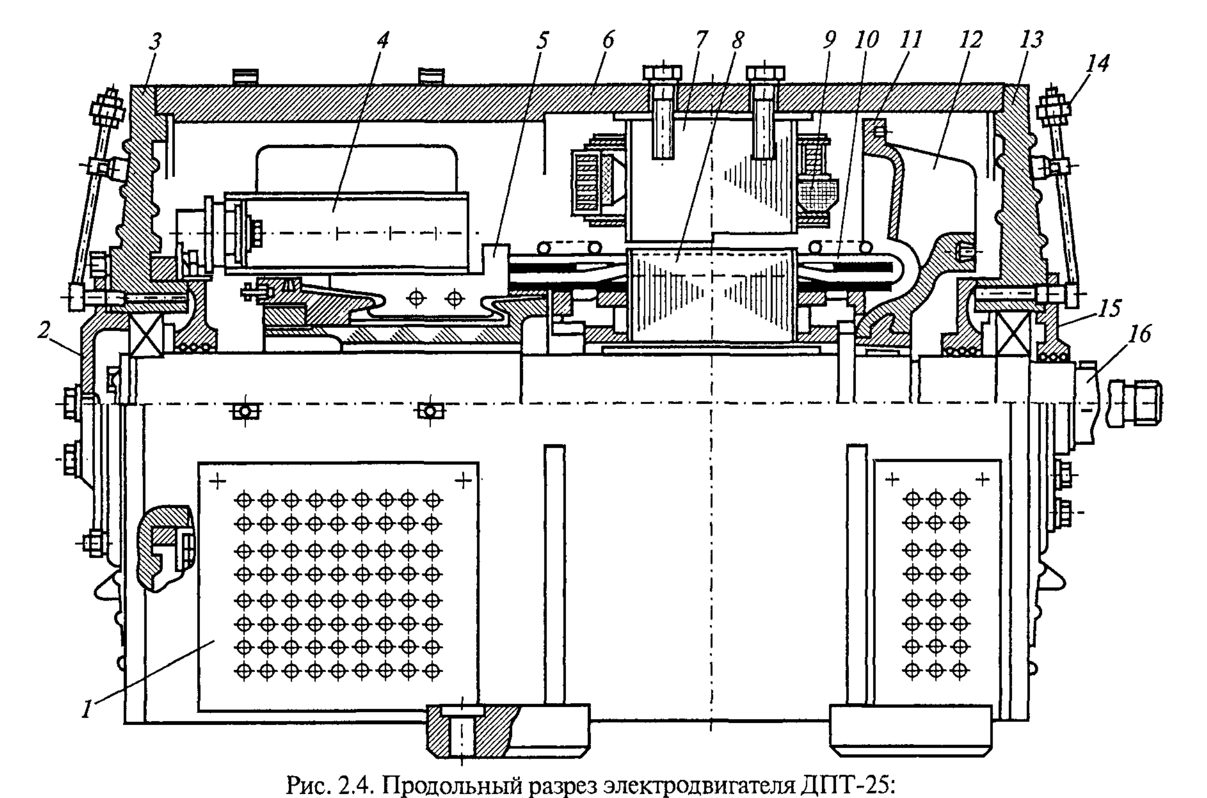


Рис. 2.4. Продольный разрез электродвигателя ДПТ-25:
1 — вентиляционная решетка; *2*, *15* — крышка подшипника; *3*, *13* — подшипниковый щит; *4* — щеткодержатель; *5* — коллектор; *6* — станина; *7* — сердечник добавочного полюса; *8* — сердечник якоря; *9* — обмотка возбуждения; *10* — обмотка якоря; *11* — корпус вентилятора; *12* — лопатка вентилятора; *14* — трубка для смазки с масленкой; *16* — вал

обеспечения надежной коммутации при переходных режимах между остовом и сердечником добавочного полюса предусмотрены немагнитные прокладки толщиной до 3 мм.

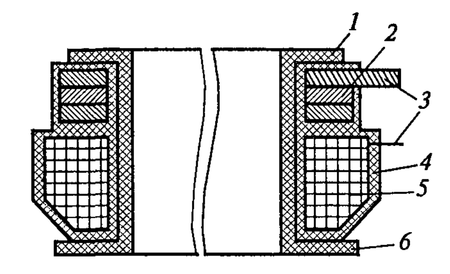


Рис. 2.5. Катушка главного полюса электродвигателя ДПТ-25:
1 — каркас; *2* — обмотка последовательного возбуждения; *3* — вывод обмотки; *4* — корпусная изоляция; *5* — обмотка параллельного возбуждения; *6* — каркас

Катушки *5* параллельного возбуждения (рис. 2.5) намотаны из круглого изолированного провода ПСДК-Л диаметром 1,7 мм, выполнены с усиленной корпусной изоляцией *4* из микаленты ЛФК-ТТ толщиной 0,13 мм и соединены последовательно между собой и параллельно с обмоткой якоря.

Катушка последовательного возбуждения *2* намотана из медной шины сечением 1,81 × 35 мм на узкое ребро, имеет три витка. Междувитковая изоляция выполнена из асбестовой бумаги, пропитанной в лаке КО-916К.

Катушки *9* (см. рис. 2.4) добавочных полюсов намотаны из медного провода ПБА прямоугольного сечения. Корпусная изоляция катушек добавочных полюсов состоит из шести слоев лакоткани толщиной 0,2 мм.

К торцам станины крепятся передний *3* и задний *13* подшипниковые щиты плоского типа. Подшипники, установленные со стороны компрессора и со стороны привода, унифицированы.

Якорь электродвигателя состоит из вала *16*, сердечника *8*, обмотки *10* с уравнительными соединениями, коллектора *5* и вентилятора *11*.

Сердечник якоря 8 шихтован из электротехнической стали, спрессован сварными пакетами из электротехнической стали и фланцами из стальной отливки.

Обмотка якоря волновая, уложена в прямоугольные пазы сердечника и закреплена стеклобандажной лентой класса нагревостойкости Н в лобовой и пазовой части. Корпусная изоляция выполнена из материала на основе полиамидной пленки. Конструкция якоря позволяет производить его подбалансировку на собранном электродвигателе. Щеткодержатели *4* установлены на траверсе, нажатие на щетки постоянное.

Коллектор *5* электродвигателя арочного типа, изготовлен из медно-кадмиевых профилей. Для изоляционных прокладок использован слюдопласт. Комплект коллекторных пластин через изоляционные манжеты стянут стальными фланцами, которые зажаты гайкой. Внутренняя поверхность коллектора герметична.

Не допускаются к эксплуатации электродвигатели со щетками, имеющими предельный или близкий к нему износ, так как при этом происходит задир коллектора токоведущими проводами щеток в месте их заделки.

Щетки, имеющие сколы (более 10 % рабочей поверхности), трещины, повреждения арматуры и жгутиков, необходимо заменять новыми с обязательной притиркой по коллектору на специальном стенде.

С целью предупреждения ускоренного износа щеток не допускается эксплуатация электродвигателя с нарушением чистоты поверхности коллекторных пластин или с повышенным нажатием на щетку.

Якорь электродвигателя установлен в двух шариковых подшипниках 76-31 высокого класса точности.

Электродвигатель смешанного возбуждения имеет пять выводных концов: начало и конец обмотки последовательного возбуждения D1 и D2; начало или конец обмотки параллельного возбуждения E1; начало и конец якорной цепи A1 и B2.

Электродвигатель последовательного возбуждения имеет четыре выводных конца: начало и конец обмотки последовательного возбуждения D1 и D2; начало и конец якорной цепи A1 и B2. Принципиальная электрическая схема соединения обмоток электродвигателя изображена на рис. 2.6, соединение выводных концов при реверсировании — на рис. 2.7.

Вентиляция и охлаждение электродвигателя осуществляются встроенным вентилятором. Алюминиевый ротор вентилятора *11* прикреплен к стальному диску, насаженному на вал *16* электродвигателя со стороны, противоположной коллектору (см. рис 2.4).

Охлаждающий воздух забирается через сетки, установленные на окнах станины со стороны свободного конца вала и проходит параллельными потоками между полюсами магнитной системы, в зазоре между полюсами и поверхностью якоря, через вентиляционные каналы сердечника якоря и внутреннюю часть коллекторной втулки, и выбрасывается наружу через сетки *1*, установленные на окнах станины со стороны коллектора.

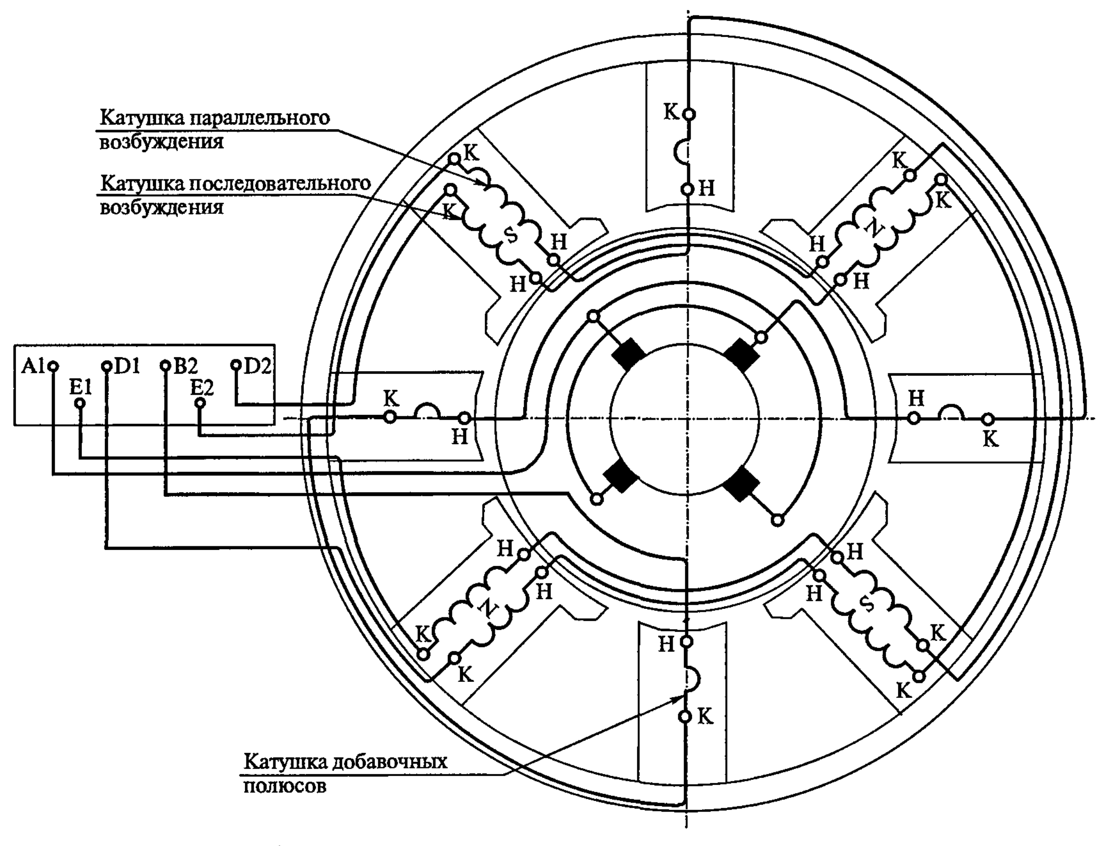


Рис. 2.6. Схема соединения обмоток электродвигателя ДПТ-25

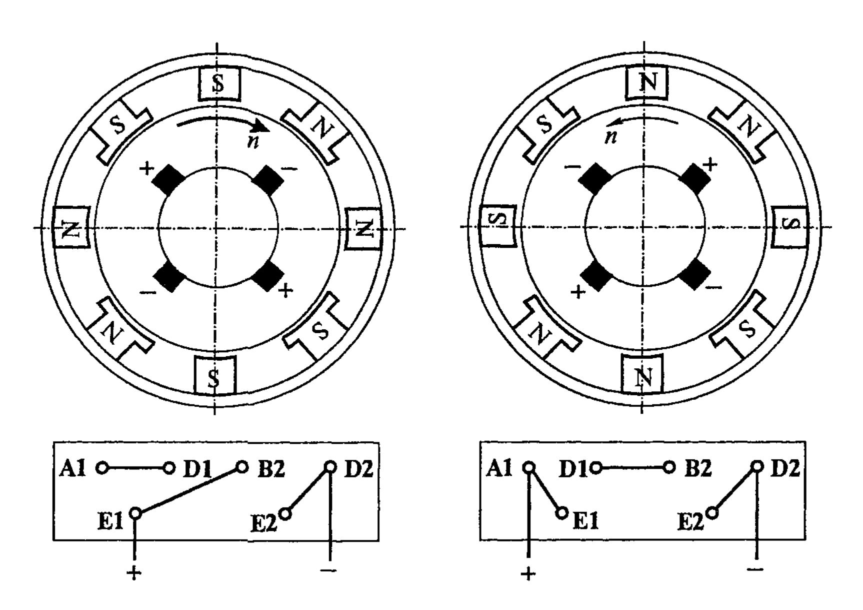


Рис. 2.7. Переключение обмоток при реверсировании электродвигателя ДПТ-25

Допускается непрерывная работа электродвигателя с компрессором при номинальной нагрузке не более 45 мин один раз в течение 2 ч.

2.4. Электродвигатель постоянного тока 4 ПНЖ 200 МА

Электродвигатель 4 ПНЖ 200 МА — электрическая машина, используемая в качестве электродвигателя постоянного тока последовательного возбуждения, предназначен для привода вентилятора охлаждения тормозных сопротивлений на тепловозе. Исполнение электродвигателя горизонтальное, защищенное с самовентиляцией.

Направление вращения правое или левое, если смотреть со стороны привода. Присоединение питающих проводов к электродвигателю должно производиться в соответствии с маркировкой выводных болтов и схемой электрических соединений.

Режим работы электродвигателя повторно-кратковременный с продолжительностью включения ПВ = 60 % (ГОСТ 183-74). Основные параметры электродвигателя 4 ПНЖ 200 МА приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Основные параметры электродвигателя 4 ПНЖ 200 МА

Наименование параметра	Значение
Номинальная мощность, кВт	60
Номинальное напряжение, В	340
Номинальный ток, А	197
Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Максимальная частота вращения, об/мин	3500
КПД, %	89,4
Масса, кг	350

Электродвигатель состоит из следующих основных частей (рис. 2.8): магнитной системы, состоящей из станины *1*, главных *2* и добавочных *3* полюсов; якоря, имеющего сердечник *4* и обмотку *5;* коллектора 6, подшипниковых щитов *7* и *8* с подшипниками качения *9* и *10*; траверсы *11* с щеткодержателями *12*.

Магнитная система включает в себя станину и расположенные на ней главные и добавочные полюсы.

Основной магнитный поток поступает от главных полюсов *2* через зазор в якорь, разветвляется в сердечнике якоря *4*, подходит к соседним полюсам и замыкается через магнитопровод станины. Станина *1* электродвигателя, являющаяся одновременно магнитопроводом, выполнена сварной из углеродистой стали.

Главный полюс состоит из сердечника и катушек последовательного возбуждения. Полюсы крепятся к станине болтами. Сердечник полюса нашихтован из штампованных листов электротехнической стали, стянутых заклепками.

Катушка последовательного возбуждения намотана из медной ленты сечением 1,56 × 25 мм на узкое ребро.

Добавочные полюсы *3* предназначены для устранения искрения при коммутации. Устанавливают их между главными полюсами и крепят к станине болтами. Добавочный полюс состоит из сердечника и катушки. Сердечник добавочного полюса цельный и изготовлен из углеродистой стали Ст3.

Катушка добавочного полюса намотана из провода ПСДКТ-Л сечением 4,5 × 7,1 мм на узкое ребро. Катушки добавочных полюсов соединяются последовательно между собой и с обмоткой якоря и питаются током якоря.

В станину *1* электродвигателя установлены два подшипниковых щита *7* и *8* с подшипниками качения *9* и *10*, в которых вращается якорь.

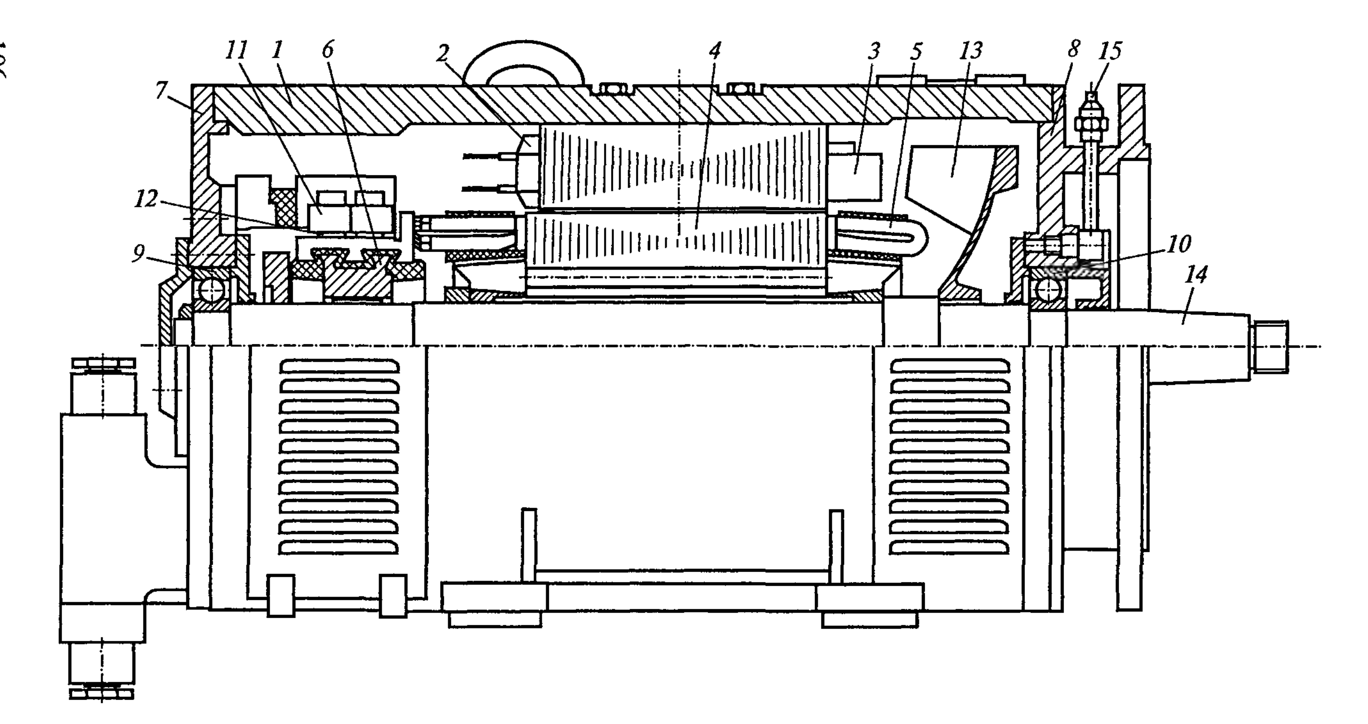


Рис. 2.8. Продольный разрез электродвигателя 4 ПНЖ 200 МА:
1 — станина; *2* — главный полюс; *3* — добавочный полюс; *4* — сердечник якоря; *5* — обмотка якоря; *6* — коллектор; *7, 8* — подшипниковый щит; *9, 10* — подшипник; *11* — траверса; *12* — щеткодержатель; *13* — вентилятор; *14* — вал; *15* — смазочная трубка с масленкой

Якорь электродвигателя состоит из вала *14*, сердечника *4*, обмотки *5*, коллектора *6* и вентилятора *13*. Вал якоря стальной, на его свободном конце имеется конусность 1:10.

Сердечник якоря *4* шихтованный из электротехнической стали толщиной 0,5 мм, спрессован на валу кольцом из стального проката.

Обмотка якоря *5* волновая, уложена в прямоугольные пазы сердечника и закреплена в них изоляционными клиньями; лобовые части обмотки закреплены бандажами из стеклобандажной ленты класса нагревостойкости F.

Коллектор *6* предназначен для преобразования тока. Коллектор изготовлен из чередующихся бронзовых профилей и изоляционных прокладок из слюдопласта.

Цвет коллектора должен быть темно-красного или фиолетово-красного оттенка, однако, этот цвет не следует смешивать с цветом побежалости, который может появиться вследствие перегрева коллектора. Наличие на поверхности коллектора тонкой ровной пленки на беговой дорожке щеток свидетельствует о его хорошем состоянии и об удовлетворительной коммутации машины, поэтому шлифовка коллектора без необходимости не производится.

При наличии задиров на коллекторе необходимо его проточить и отшлифовать. Запрещается очищать коллектор напильником или прижатием стеклянной шкурки вручную, так как это может привести к нарушению правильной формы коллектора.

Допустимое радиальное биение коллектора в собранном электродвигателе в горячем состоянии — 0,04 мм; разница биений коллектора в горючем и холодном состояниях — не более 0,02 мм. Допустимый износ коллектора 3,5 мм (до диаметра 153 мм). Глубина межламельной продорожки коллекторного миканита от 0,5 до 1,7 мм.

Траверса состоит из остова с бракетами, на которых установленны щеткодержатели *12*. Не допускаются к эксплуатации электродвигатели со щетками, имеющими предельный или близкий к нему износ, так как при этом происходит задир коллектора токоведущими проводами щеток в месте их заделки.

Щетки должны перемещаться в своих гнездах свободно, но необходимо обеспечить минимальный зазор между щеткой и стенкой щеткодержателя.

Рабочая поверхность щеток должна быть полированной и гладкой. Щетки, имеющие сколы (более 10...15 % рабочей поверхности),

трещины, повреждения арматуры и жгутиков, заменить новыми с обязательной притиркой по коллектору.

С целью предупреждения ускоренного износа щеток не допускается эксплуатация электродвигателя с нарушением чистоты поверхности коллектора или с повышенным нажатием на щетку. Запрещается установка щеток марки, не соответствующей указанной в паспорте электродвигателя.

Минимальная высота изношенной щетки 17 мм. Допустимый зазор между щеткой и обоймой щеткодержателя по толщине щетки — не более 0,5 мм; по ширине — не более 0,8 мм.

Подшипниковые щиты определяют положение оси якоря электродвигателя. Со стороны коллектора установлен шарикоподшипник 70-311 *9*; со стороны свободного конца вала — подшипник 30-32311 *10*.

Сборка подшипникового щита со станиной осуществляется по принципу центрирующего посадочного замка, а именно с помощью посадки центрирующего выступа внешнего кольца щита на посадочную поверхность станины. Соединение фиксируется болтами. Смазка подшипников ЖРО или ЖРО-М; количество вновь закладываемой смазки 0,18 кг. Для пополнения подшипниковых узлов смазкой установлены масленки *15*.

Вентиляция осуществляется со стороны, противоположной коллектору, где установлен центробежный вентилятор *13*, служащий для обеспечения самовентиляции двигателя. Вентилятор выполнен литым из алюминиевого сплава. Вход и выход воздуха осуществляется через окна в корпусе, на которых установлены защитные крышки.

2.5. Синхронный возбудитель ВСТ 26-3300

На тепловозах для питания через выпрямительный мост обмоток независимого возбуждения синхронных тяговых генераторов используется синхронный генератор однофазного напряжения (возбудитель). Он может служить также источником напряжения для питания цепей освещения вагонов дизель-поезда. Возбудитель ВСТ 26-3300 представляет собой электрическую машину переменного тока независимого возбуждения, защищенного исполнения, самовентилируемую, с одним свободным концом вала. Основные технические параметры возбудителя ВСТ 26-3300 приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Основные параметры возбудителя ВСТ 26-3300

Наименование параметра	Исполнение		
	ВСТ 26 У2	ВСТ 26 Т2	ВСТ 16 У2
Номинальный режим			
Номинальная активная мощность, кВт	26	22	16
Номинальное напряжение, В	215/287	195/260	220/230
Номинальная частота вращения, об/мин	2470/3300	2470/3300	1700/3300
Номинальная частота тока, Гц	165/220	165/220	113/220
Номинальный ток, А	164/146	145/135	100
Номинальное выпрямленное напряжение, В	145	130	–
Номинальный выпрямленный ток, А	180	165	–
Класс нагревостойкости изоляции	F	F	F
КПД, %	76	76	72
Кратковременный режим			
Напряжение, В	240	210	240
Ток, А	200	165	120
Частота вращения, об/мин	3300	3300	3300

Конструктивно возбудитель ВСТ 26-3300 выполнен с явновыраженными полюсами на статоре (так называемого обращенного исполнения) и обмоткой якоря на вращающемся роторе.

Возбудитель (рис. 2.9) состоит из магнитной системы, якоря, подшипниковых щитов и траверсы.

Станина *23* возбудителя имеет цилиндрическую форму, является одновременно магнитопроводом и основой для сборки всех узлов; изготавливается станина из листового проката путем гибки и сварки и имеет в нижней части лапы для крепления на тепловозе. На наружной поверхности станины расположена коробка выводов со штуцерным вводом, представляющим собой панель из изоляционного материала с расположенными на ней контактными болтами, к которым подсоединяются выводы обмоток (два от траверсы, два от обмотки независимого возбуждения) и монтажные провода электрической схемы тепловоза.

Торцы корпуса имеют расточку для посадки подшипниковых щитов *7* и *17*. На наружной стороне корпуса находится коробка зажимов в виде панели из изоляционного материала с расположенными в ней контактными болтами для подсоединения выводов обмоток и монтажных проводов электрической схемы.

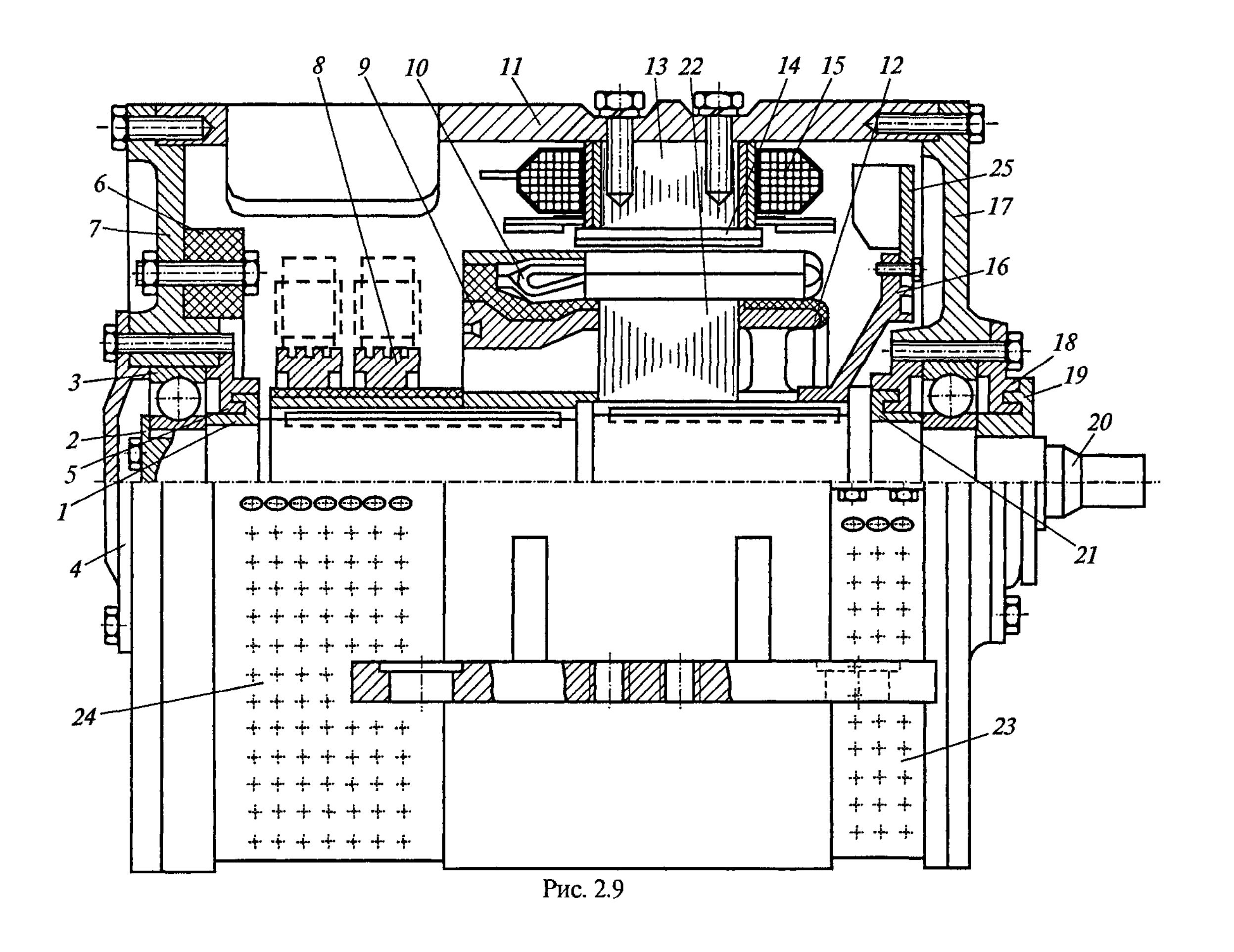


Рис. 2.9

Обмотка возбуждения *15* расположена на сердечниках полюсов *3*, а якорная обмотка *10*, уложенная в пазы сердечника якоря *22*, на вращающемся валу *20*.

Каждый возбудитель имеет восемь полюсов, каждый из которых состоит из сердечника *13*, двух обмоток независимого возбуждения *15* и демпферной обмотки *14*, встроенной в башмак сердечника в виде стержней, соединенных в лобовых частях шиной. Сердечник полюса набран из штампованных листов электротехнической стали, зажатых крайними, более толстыми листами из конструкционной стали (щеками). Листы сердечника вместе со щеками спрессованы и стянуты стальными заклепками. Крепление полюса к корпусу возбудителя осуществляется при помощи болтов, вворачиваемых в резьбовые отверстия в теле сердечника.

Катушка обмотки независимого возбуждения изготовлена из прямоугольного обмоточного медного провода и совместно с сердечником полюса представляет собой неразъемный моноблок на основе изоляции типа «Монолит-2». Стержни демпферной обмотки выполнены из меди и соединяются между собой с помощью медной накладки, к которой привариваются твердым серебросодержащим припоем.

Каждый полюс имеет два вывода катушки возбуждения и четыре вывода демпферной обмотки. Соединение между катушками обмотки возбуждения осуществляется проводами, которые крепятся к выводам катушек при помощи винтов. Выводы демпферных обмоток полюсов соединяются с помощью болтов, образуя два демпферных кольца.

Каждый полюс крепится к станине двумя болтами, проходящими через отверстия в сердечнике станины. Катушки обмотки возбуждения соединены последовательно между собой, а их концы выведены в коробку выводов (рис. 2.10).

← Рис. 2.9. Продольный разрез возбудителя ВСТ 26-3300:
1, 21 — внутреннее уплотнительное кольцо; *2* — крышка; *3* — шарикоподшипник; *4, 18* — наружная крышка подшипника; *5* — внутренняя крышка подшипника; *6* — траверса; *7, 17* — подшипниковый щит; *8* — контактное кольцо; *9* — втулка; *10* — обмотка якоря; *11* — станина; *12* — обмоткодержатель; *13* — сердечник полюса; *14* — стержень демпферной обмотки; *15* — обмотка возбуждения; *16* — ступица; *19* — наружное уплотнительное кольцо; *20* — вал; *22* — сердечник якоря; *23* — станина; *24* — съемная сетка; *25* — вентилятор

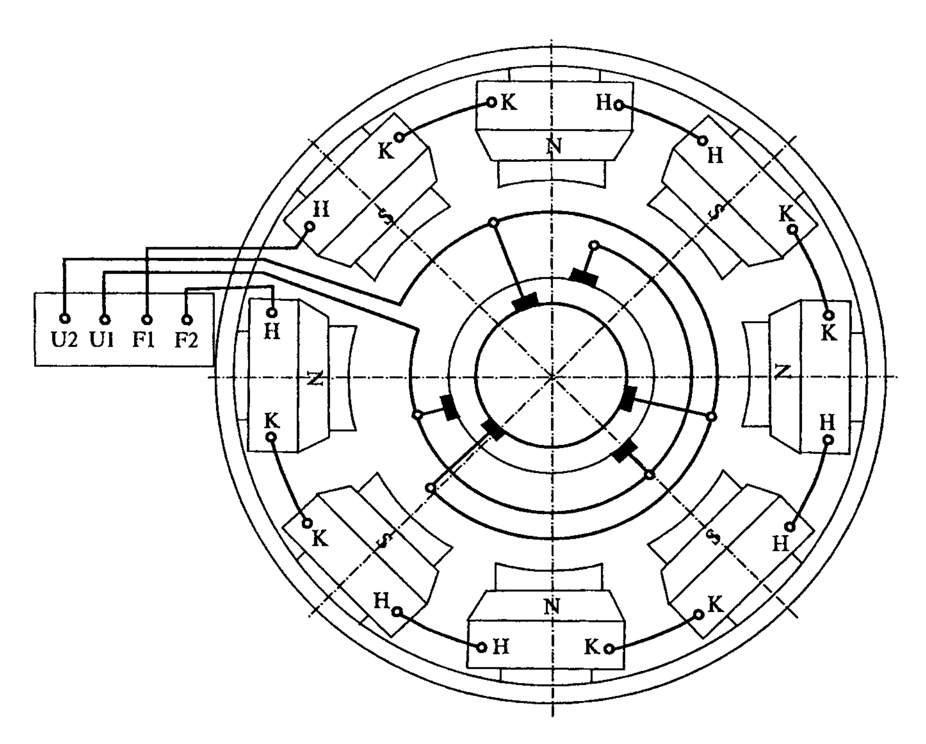


Рис. 2.10. Схема соединения обмоток возбудителя ВСТ 26-3300

Со стороны контактных колец в станине имеются люки *24* для осмотра контактных колец *8*, щеток, щеткодержателей и внутренней части подвозбудителя.

Якорь возбудителя (рис. 2.11) возбудителя состоит из следующих составных частей: вала *6*, сердечника *2*, обмоткодержателей *9*, контактных колец *1*, ступицы *8* для крепления вентилятора и обмотки *3*, состоящей из отдельных катушек. Вал предназначен для восприятия крутящего момента от приводного механизма и закрепления на нем всех частей якоря. Вал изготовлен из высококачественной легированной стали со специальной термообработкой, имеет один свободный конец для посадки приводной полумуфты. Сердечник якоря набран из штампованных листов электротехнической стали, покрытых с обеих сторон тонким слоем электроизоляционного лака и напрессованных непосредственно на вал. От проворота на валу сердечник закреплен при помощи шпонки. По внешнему диаметру ли-

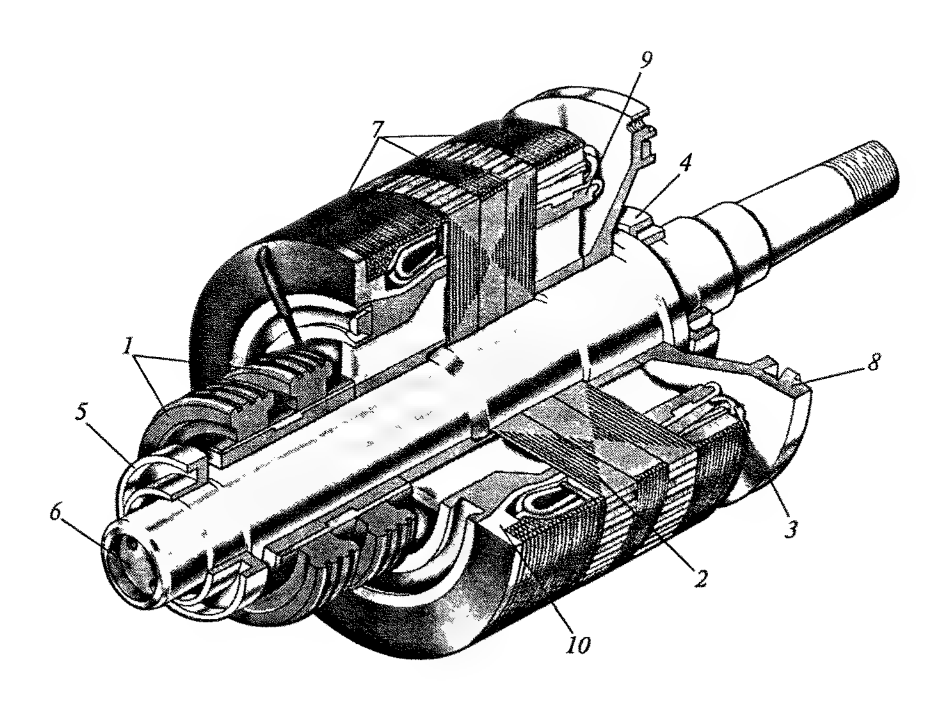


Рис. 2.11. Якорь возбудителя ВСТ 26-3300:
1 — контактное кольцо; *2* — сердечник якоря; *3* — обмотка якоря; *4*, *5* — уплотнительное внутреннее кольцо; *6* — вал; *7* — бандаж; *8* — ступица; *9* — обмоткодержатель, *10* — втулка

стов имеются пазы для укладки обмотки якоря, а в средней части листов — один ряд вентиляционных отверстий. Листы сердечника в опрессованном состоянии закреплены на валу якоря нажимными шайбами, которые одновременно служат обмоткодержателями.

Втулка *10* и обмоткодержатель *9* выполнены литыми из латуни, предназначены для удержания листов сердечника в спрессованном состоянии и одновременно служат для укладки на них лобовых частей обмотки якоря. Изолировка наружной поверхности обмоткодержателей производится стеклотканью, пропитанной в эпоксидном компаунде и до посадки на вал спрессованной совместно с обмоткодержателями и запеченной в пресс-форме. Втулка со стороны контактных колец имеет пазы для размещения гильз, в которые впаивается обмотка якоря.

Контактные кольца *1* для съема вырабатываемого переменного напряжения изготавливаются из нержавеющей немагнитной стали. На рабочей поверхности колец выполнена прямоугольная винтовая канавка для устранения воздушной подушки под щетками с целью исключения искрения. Кольца напрессованы на стальную втулку, изолированную стеклотканью с одновременной пропиткой лаком КО-916К. Втулка с контактными кольцами напрессована на вал со шпонкой.

Обмотка якоря *3* — двухзаходная волновая, выполнена из двухвитковых катушек, изготовленных из прямоугольного медного обмоточного провода. Витки катушек расположены в пазу плашмя. Для изоляции катушек использована стеклослюдинитовая и стеклянная ленты. В пазы сердечника якоря устанавливаются прокладки также из стеклослюдинитовой и стеклянной лент. Пазы якоря перед укладкой обмотки выстилаются по периметру изолирующими прокладками из пленкостеклоткани. Изоляция обмотки якоря выполнена из термореактивного материала «Монолит-2», пропитана в эпоксидном компаунде вакуумнагнетательным способом.

Обмотка якоря от центробежных усилий удерживается бандажами *7* из стеклобандажной ленты в лобовых частях и средней части сердечника. Якорь с обмоткой пропитан в термореактивном лаке вакуумнагнетательным способом. Готовый якорь покрыт эпоксидной эмалью горячей сушки и динамически отбалансирован.

Подшипниковые щиты *7, 17* отлиты из стали и крепятся к торцам станины с помощью болтов (см. рис. 2.9). В гнезда щитов вставлены шарикоподшипники *3*, служащие для опоры и свободного вращения якоря. Наружные обоймы подшипников удерживаются от смещения буртами наружных и внутренних крышек *4* и *5*, а внутренние напрессованы на вал. В подшипниках применена смазка ЖРО или ЖРО-М с высокой стабильностью смазывающих свойств при длительной работе подшипника. Смазка от вытекания из полости подшипника наружу или во внутрь возбудителя предохраняется лабиринтовыми уплотнениями, добавляется через масленки.

Подшипниковые щиты предназначены для опоры и центровки якоря относительно магнитной системы через вмонтированные в них подшипники качения. Щиты центрируют в станине «замками» и закрепляют в ней болтами. Якорные подшипники и их смазочные камеры закрываются с обеих сторон крышками *4* и *18*. Кольцевые углубления в

крышках с насаженными на вал уплотнительными кольцами *1* и *21* образуют лабиринтные уплотнения, предотвращающие проникновение смазки в якорные подшипники и вытекание ее из подшипников наружу. Для добавления смазки в подшипники имеются шариковые масленки, закрепленные в смазочных трубках, расположенных на наружной поверхности подшипниковых щитов.

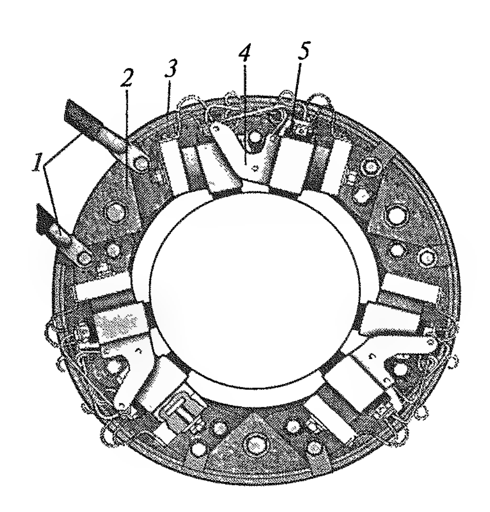


Рис. 2.12. Траверса возбудителя ВСТ 26-330:
1 — кабель; *2* — корпус; *3* — шина; *4* — щеткодержатель; *5* — щетка

Траверса переднего подшипникового щита (рис. 2.12) является изоляционной и служит для крепления шести щеткодержателей *4*, в которых помещаются щетки *5*. Однообоймные щеткодержатели имеют пружину часового типа, которая обеспечивает постоянное нажатие на щетки без дополнительной подрегулировки в процессе эксплуатации. В каждый щеткодержатель установлена щетка марки ЭГ-4 размером 25 × 32 × 64 мм с резиновым амортизатором. Нажатие на щетку в пределах 17...18 Н создается пружиной.

Щеткодержатели (по три на каждое контактное кольцо) с помощью уголков из специального сплава закреплены на корпусе *2*, выполненном из изоляционного материала, и соединены между собой сборными шинами *3*. Техническое обслуживание щеткодержателей и щеток осуществляется через смотровой люк, который закрывается быстросъемной крышкой с пружинным замком.

На возбудителе применены неразрезные щетки. Для уменьшения вибрации и ударов щетки снабжены резиновыми амортизаторами.

Вентиляция возбудителя представляет собой систему, в которую входит вентилятор *25*, вентиляционные каналы в якоре и магнитной системе (межполюсные пространства и зазоры между полюсами и якорем), а также люки в корпусе, защищенные крышками с вентиляционными отверстиями в нижней части остова. Охлаждающий воздух снаружи забирается через отверстия в крышке люков со стороны

контактных колец, проходит параллельными потоками между полюсами *13* магнитной системы, в зазоре между полюсами и поверхностью якоря, через вентиляционные каналы сердечника якоря и выбрасывается наружу через сетку *24* с отверстиями со стороны привода. Ступица *16*, на которой закреплен вентилятор, удерживается на валу от проворота при помощи шпонки. Соединение возбудителя с валом приводного механизма осуществляется при помощи эластичной муфты.

К электрической схеме тепловоза возбудитель подключается монтажными проводами, наконечники которых соединены со специальными зажимами, расположенными в коробке выводов. После подключения возбудителя коробка выводов закрывается крышкой.

2.6. Асинхронный электродвигатель АНЭ 225L4

Электродвигатель АНЭ 225L4 — трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором в тяговом исполнении предназначен для комплектации привода компрессоров и вентиляторов электровозов, а также для использования в качестве расщепителя фаз.

Основные технические данные электродвигателя АНЭ 225L4 приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Основные технические данные электродвигателя АНЭ 225L4

Наименование параметра	Значение
Мощность, кВт	55
Напряжение, В	380
Ток линейный, А	119
Частота, Гц	50
Частота вращения, об/мин	1430
Соединение обмоток	Звезда
Скольжение, %	4,5
Коэффициент мощности	0,8
КПД. %	88,0
Кратность начального пускового тока, не более	7,9
Кратность максимального крутящего момента	4,3—4,43
Кратность начального пускового крутящего момента	4,3—4,43
Класс нагревостойкости изоляции	Н
Сопротивление обмотки фазы при 20 °С, Ом	0,0333—0,0373
Масса, кг	375

Электродвигатели допускают работу с током короткого замыкания или затяжной пуск в течение не более 15 с при номинальном напряжении 380 В. Питание электродвигателя осуществляется от однофазной сети в системе с расщепителем фаз и постоянно включенными конденсаторами при колебании питающего напряжения сети в диапазоне 280...470 В и ассиметрии напряжения по фазам в соответствии с нормативно-технической документацией на поставку.

Электродвигатель АНЭ 225L4 выполнен в открытом исполнении, на лапах, имеет аксиально-вытяжную вентиляцию с одним или двумя свободными выходами вала.

Конструктивно электродвигатель АНЭ 225L4 состоит из следующих основных сборочных единиц: статора, ротора, двух подшипниковых узлов и коробки выводов.

Статор *11* выполнен в виде стального сварного корпуса и сердечника, набранного из штампованных изолированных листов электротехнической стали 2212, покрытых лаком (рис. 2.13). Для заземления электродвигателя на лапах имеются специальные болты. Соединение подводящих проводов с выводными концами обмотки статора осуществляется на панели в коробке выводов.

Обмотка статора *9* трехфазная, двухслойная, симметричная, фазы соединены в «звезду». Каждая фаза содержит 40 элементарных витков (рис. 2.14). Для обмотки использован изолированный медный провод ПЭТСДКТ и изоляционные материалы класса нагревостойкости Н (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Основные обмоточные данные электродвигателя АНЭ 225L4

Наименование параметра	Значение
Марка обмоточного провода	ПЭТСДКТ
Сечение обмоточного провода	$\frac{2,0 \times 6,0}{2,46 \times 6,42}$
Число проводников в пазу	5 + 5
Число параллельных проводов	1
Число параллельных ветвей	2
Число витков фазы	40
Длина витка, м	1,1
Шаг обмотки	1—11
Род обмотки	Двухслойная
Число пазов статора	48
Число пазов на полюс и фазу	4

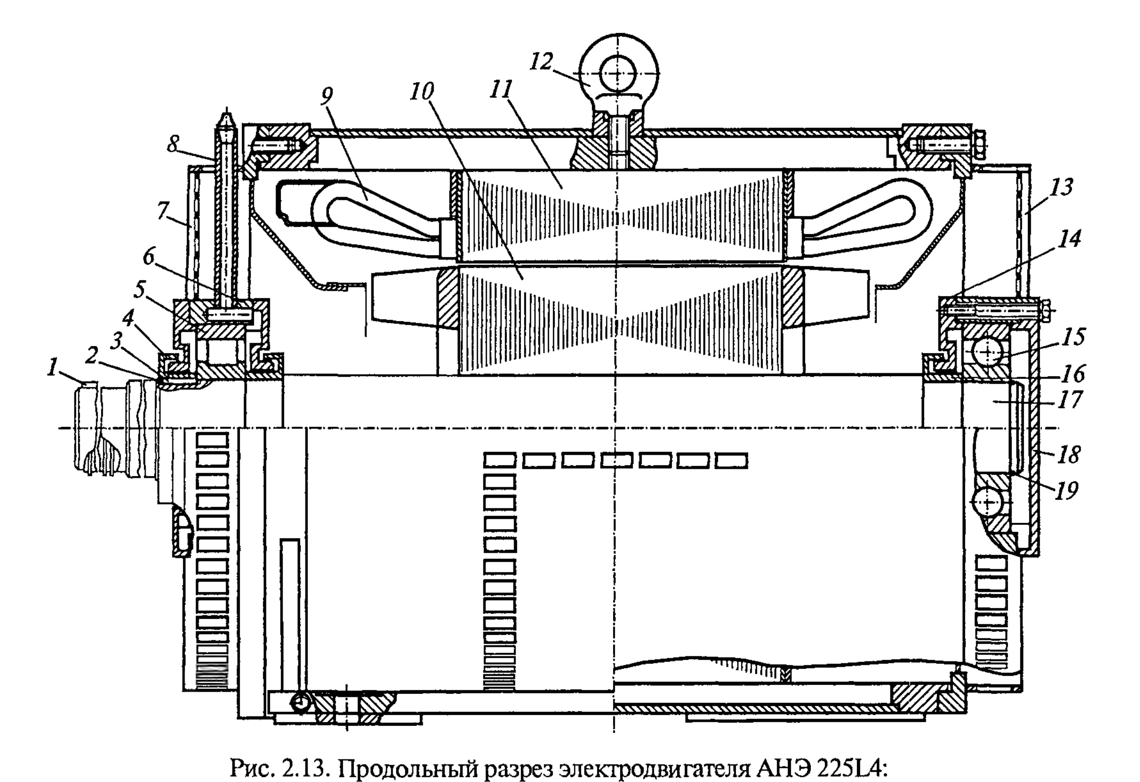


Рис. 2.13. Продольный разрез электродвигателя АНЭ 225L4:
1 — наружная шпонка; *2* — пружинное кольцо; *3* — внутренняя шпонка; *4* — уплотнительное кольцо; *5* — роликовый подшипник; *6*, *14* — крышка подшипника; *7*, *13* — подшипниковый щит; *8* — масленка; *9* — обмотка статора; *10* — ротор; *11* — статор; *12* — рым-болт; *15* — шариковый подшипник; *16* — лабиринтное уплотнение; *17* — вал; *18* — крышка; *19* — упорное кольцо

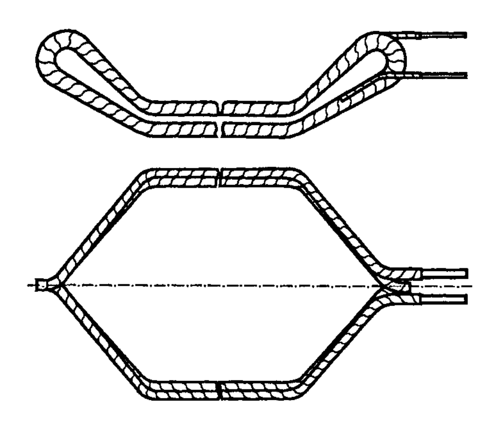


Рис. 2.14. Виток статорной обмотки электродвигателя АНЭ 225L4

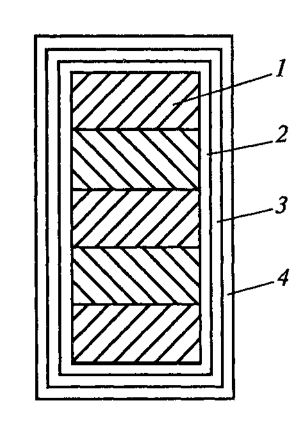


Рис. 2.15. Изоляция витка электродвигателя АНЭ 225L4:
1 — проводник; *2, 4* — лента ЛЭС;
3 — полиамидная пленка ПМ-А

Каждый виток обмотки статора собирается из пяти проводников ПЭТСДКТ, покрытых общей изоляцией (рис. 2.15).

Пазовая изоляция (рис. 2.16) выполнена в виде коробочки *3* и состоит из двух слоев гибкого слюдинита ГСС-1 толщиной 0,2 мм, между которыми помещен один слой электрокартона ЭВ *4* толщиной 0,2 мм, а сверху него проложен слой стеклолакоткани *2* ЛСБ толщиной 0,2 мм. Для предохранения изоляции паза от повреждения при обмотке статора в

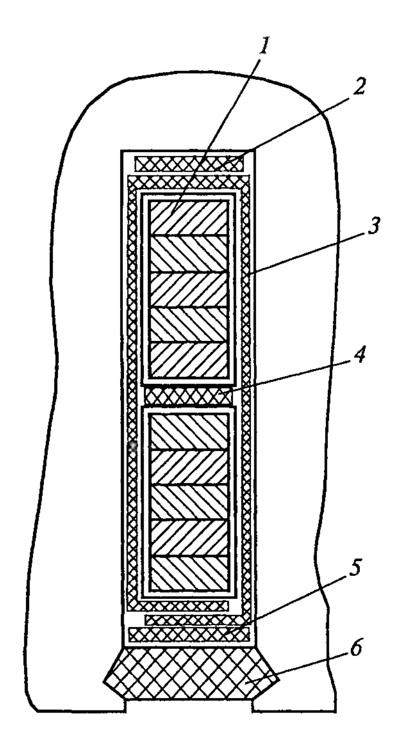


Рис. 2.16. Пазовая изоляция электродвигателя АНЭ 225L4:
1 — проводник; *2* — прокладка на дно паза; *3* — пазовая коробка; *4* — прокладка между слоями; *5* — прокладка под клин; *6* — пазовый клин

пазы укладывают вкладыш из электрокартона толщиной 0,2 мм. Под клином — прокладка *5* из электрокартона ЭВ. При укладке обмоток лобовые части первых катушек обмотки *9* (см. рис. 2.13) каждой группы изолируют вполуперекрышу двумя слоями стеклолакоткани ЛСБ толщиной 0,2 мм и одним слоем стеклоленты такой же толщины. Лобовые части остальных катушек изолируют по всей длине одним слоем, перекрывая половину ширины предыдущего витка (вполуперекрышу) стеклоленты. Кроме того, в лобовых частях обмотки между группами катушек укладывают изолирующие междуфазовые прокладки из стеклослюдинитокартона толщиной 0,6 мм. Катушки в пазах статоров закреплены пазовыми клиньями *6* (см. рис. 2.16) высотой 4,5 мм, изготовленными из текстолита Б.

Соединения между группами катушек, выполненные скруткой, скреплены с выводными проводами медными хомутиками; места соединений спаяны сплавом МФ-3. Выводные концы катушек изолированы стеклолакочулком. Изоляция соединений катушечных групп выполнена из одного слоя вполуперекрышу черной стеклолакоткани толщиной 0,2 мм, а изоляция соединений обмотки с выводными проводами — из одного слоя вполуперекрышу той же стеклолакоткани и стеклоленты толщиной 0,1 мм. Для выводов использованы провода КРПТ или ПРГ. На выводные провода ПРГ по всей длине надеты линоксиновые трубки. Вывод прикреплен к лобовой части и стянут посередине на длине 250...300 мм одним слоем ленты в два жгута вразбежку (один ряд против другого) с тремя выводами в каждом. Провода подсоединены к зажимам выводной коробки.

Для повышения вибростойкости головки каждой катушки стянуты стеклочулком, а соединения обмотки скреплены стеклолентой равномерно по окружности и в 10—12 местах прикреплены к лобовым частям. Лобовые части обмотки статоров электродвигателя крепят к бандажным кольцам.

Обмотку статора дважды пропитывают термореактивным лаком МГМ8, а их лобовые части покрывают серой эмалью ГФ-92КС. Испытание электрической прочности изоляции обмотки на корпус и между фазами производят до пропитки, но после пайки и изолировки, напряжением 2600 В в течение 1 мин.

Короткозамкнутый ротор электродвигателя (рис. 2.17) залит алюминиевым сплавом АХЖ16; в собранном виде ротор подвергается динамической балансировке.

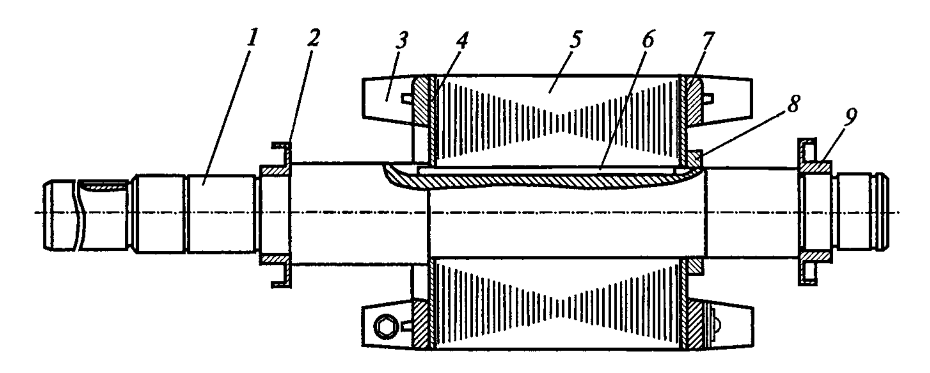


Рис. 2.17. Ротор электродвигателя АНЭ 225L4:
1 — вал; *2, 9* — внутреннее уплотнительное кольцо; *3* — обмотка ротора; *4, 7* — крайняя пластина; *5* — сердечник ротора; *6* — шпонка; *8* — нажимное кольцо

Листы сердечника *5* ротора изготовляют из электротехнической стали 2212 и не покрывают изоляционной пленкой. Крайние пластины *4* и *7* имеют большую толщину и предотвращают распушение сердечника ротора. Пакет сердечника ротора напрессовыван на вал *1* и удерживается от проворота при помощи шпонки *6*, а от сдвига — нажимным кольцом *8*. Заливка пазов ротора вместе с торцовыми кольцами образует короткозамкнутую обмотку *3* типа беличьего колеса, торцовые лопасти которого служат вентилятором, охлаждающим электродвигатель. Посадка сердечника ротора на валу прессовая со шпонкой; точность обработки наружной поверхности ±0,06 мм. Сердечник покрыт лаком № 447. Биение этой поверхности относительно поверхностей шеек вала под посадку подшипников не должно быть более 0,05 мм.

Подшипниковые щиты *7* и *13* стальные сварные, крышки *6, 14* отлиты из стали, а направляющие щитки изготовлены из листовой стали (см. рис. 2.13).

На валу *17* установлены подшипники качения: роликовый *5* — 70-2315КМШ и шариковый *15* — 80-315Ш, заключенные в капсюли. Встроенный вентилятор электродвигателя отлит из алюминиевого сплава. Стальная ступица вентилятора установлена на вал горячей посадкой.

Для заземления электродвигателя на лапах имеются специальные болты.

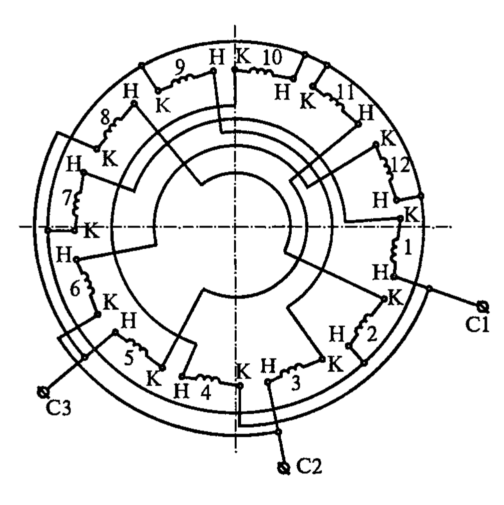


Рис. 2.18. Схема соединения обмоток электродвигателя АНЭ 225L4

Обмотка статора трехфазная, двухслойная, симметричная, фазы соединены в «звезду» (рис. 2.18). Для обмотки использован изолированный медный провод ПСД и изоляционные материалы класса нагревостойкости В.

Выводы обмотки статора выполнены гибким проводом *8* с теплостойкой изоляцией и закреплены жестко в коробке выводов на изоляционной панели *4* (рис. 2.19). В коробку выводов выведены три конца статорной обмотки с маркировкой U, V, W.

Подвод напряжения питания к электродвигателю осуществляется при помощи проводов, проходящих через сальник — уплотняющую массу *2* коробки выводов. Соединение подводящих проводов с выводными концами обмотки осуществляется при помощи зажимов *7* на панели выводов *6*.

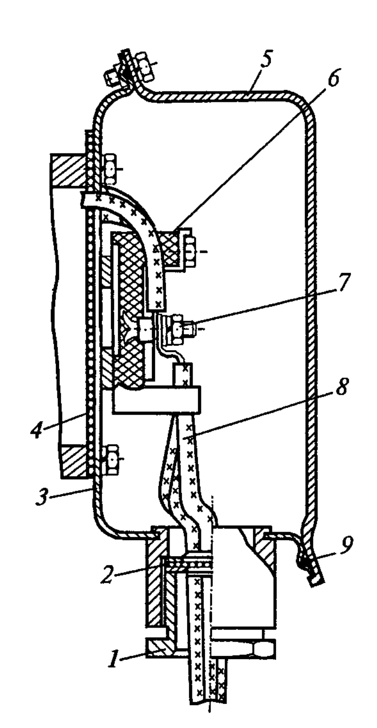


Рис. 2.19. Выводы обмотки статора АНЭ 225L4:
1 — гайка сальника; *2* — уплотняющая масса; *3* — внутренний кожух; *4* — изоляционная панель; *5* — наружный кожух; *6* — панель выводов; *7* — зажим; *8* — провод; *9* — уплотнительная прокладка

Глава 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

3.1. Основные неисправности электрических машин

В процессе длительной эксплуатации локомотивов состояние их электрического оборудования постепенно ухудшается, что может приводить к отказам в работе как всего локомотива, так и его электрического оборудования. Исправность электрических машин электровозов, электропоездов и тепловозов во многом определяет надежность работы и межремонтные пробеги локомотивов.

Система содержания и ремонта электроподвижного состава и тепловозов предусматривает обязательный осмотр и ремонт тяговых и вспомогательных электрических машин. Технические обслуживания и текущие ремонты электрических машин выполняются с периодичностью, рекомендуемой действующим распоряжением ОАО «РЖД» о системе ремонта, содержащейся в ремонтных руководствах и другой нормативно-технической документации. Для основных электрических машин периодичность технических обслуживаний и текущих ремонтов приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Рекомендуемая периодичность технических обслуживаний и текущих ремонтов электрических машин

Электрическая машина	Наименование обслуживания					
	ТО-1	ТО-2	Пробег, тыс. км			
			ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3
Тяговый генератор ГСТ 2800-1000	При смене локомотивных бригад	48 ч	$\frac{10...20}{10}$	$\frac{100...150}{125}$	$\frac{200...300}{250}$	$\frac{400...600}{500}$
Тяговый электродвигатель ДТК-800КЭ	При смене локомотивных бригад	72 ч	40	30	300	600
Тяговый электродвигатель ЭДУ-133	При смене локомотивных бригад	48 ч	10	100	200	400

Электрическая машина	Наименование обслуживания					
	ТО-1	ТО-2	Пробег, тыс. км			
			ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3
Тяговый электродвигатель ДАТ-510	При смене локомотивных бригад	48 ч	30	150	300	650
Тяговый электродвигатель НБ-520В	При смене локомотивных бригад	48 ч	–	25	200	600
Стартер-генератор 5 СГ	При смене локомотивных бригад	48 ч	10	100	200	400
Электродвигатель ДПТ-25	При смене локомотивных бригад	48 ч	10	$\frac{100}{125}$	$\frac{200}{250}$	$\frac{400}{500}$
Электродвигатель 4 ПНЖ 200 МА	При смене локомотивных бригад	48 ч	15	$\frac{100}{125}$	$\frac{200}{250}$	$\frac{400}{500}$
Возбудитель синхронный ВСТ 26-3300	При смене локомотивных бригад	48 ч	$\frac{10}{12}$	$\frac{100}{125}$	$\frac{200}{250}$	$\frac{400}{500}$
Асинхронный электродвигатель АНЭ 225L4	При смене локомотивных бригад	48 ч	30	150	300	600

Примечание. В числителе — для грузового, в знаменателе — для пассажирского.

Тяговые электрические машины работают в более трудных условиях, чем стационарные. На них воздействуют динамические усилия при движении подвижного состава по неровностям пути; в электродвигатели попадает снег, влажный воздух и пыль, в их обмотках возникают перенапряжения от атмосферных разрядов и различных быстрых изменений величины тока. Особенности технического обслуживания тяговых электродвигателей в зимнее время приведены в Приложении 6.

При опорно-осевой подвеске тяговых электродвигателей значительные динамические усилия от колесных пар через моторно-осевые подшипники передаются на остов, якорь и другие детали. Эти усилия воздействуют на крепление обмоток, вызывают их вибрацию, в результате чего могут возникать трещины и обрывы проводников, а также происходить механический износ изоляции.

Динамические усилия — одна из причин ухудшения коммутации и неравномерного износа коллекторов тяговых электродвигателей.

Отдельные повреждения могут быть выявлены локомотивными бригадами в процессе эксплуатации, а другие — в стационарных условиях при техническом обслуживании или ремонте в депо. В первом случае повреждения определяются обычно визуально либо с помощью контрольных ламп или других простейших приспособлений, а во втором — с применением различных контрольно-измерительных приборов и диагностических устройств.

Изоляция обмоток якорей и полюсов тяговых электродвигателей под воздействием тепловых и механических нагрузок в эксплуатации стареет, а ее электрическая прочность снижается. Наиболее тяжелые повреждения тяговых электрических машин — пробои изоляции, обрывы проводников, межвитковые замыкания обмоток якорей, выплавление припоя из петушков коллектора, размотка бандажей и разрушение подшипников якоря. Нередко встречаются и другие неисправности якорей тяговых электродвигателей: низкое сопротивление изоляции, замыкание коллекторных пластин и пробой изоляции коллектора. Даже тогда, когда для выявления и устранения причины отказа требуется незначительное время, трудовые затраты и расход материалов могут быть значительными.

Одна из главных причин преждевременного ремонта электрических маши постоянного или пульсирующего тока — неравномерный износ коллекторов. Появление на рабочей поверхности коллектора местных выработок и лысок нарушает нормальную работу щеточного узла, вызывает повышенное искрение и круговой огонь.

Основные встречающиеся в практике неисправности полюсов и катушек: замыкания витков и слоев обмоток, низкое сопротивление и пробой изоляции, обрыв и пережог соединительных кабелей, ослабление крепления сердечников и обрыв полюсных болтов. В остовах тяговых электродвигателей нередки случаи появления трещин, ослабления посадки подшипниковых щитов и букс моторно-осевых подшипников.

Тяговые генераторы и вспомогательные электрические машины, устанавливаемые в кузове локомотива или подвешиваемые к его раме, подрессорены и работают в более легких условиях, а следовательно, значительно меньше подвержены повреждениям, чем тяговые электродвигатели. К основным неисправностям вспомогательных

машин относятся: обрыв витков, межвитковые замыкания, пробой изоляции обмотки якоря, повреждения подшипников качения и появление кругового огня на коллекторах. Для щеткодержателей тяговых электродвигателей и вспомогательных машин наиболее характерны следующие повреждения: перекрытие электрической дугой изоляторов кронштейнов, пробой изоляции, излом пружин щеткодержателей и износ окон под щетки. Неправильная регулировка пружин щеткодержателей приводит к ухудшению коммутации или повышенному износу коллекторов и щеток.

Короткое замыкание (КЗ) может приводить к различным нежелательным последствиям, приводящим к выходу из строя аппаратуры. КЗ возникает при соединении друг с другом двух проводников постоянного тока разной полярности или двух-трех проводников различных фаз переменного тока, в результате которого резко снижается сопротивление цепи и возникают большие, часто недопустимые по величине токи, приводящие к выходу из строя включенных в данную цепь аппаратов и электрических проводов. Причинами КЗ могут быть загрязнение, перетирание, увлажнение или старение изоляции; атмосферные или коммутационные перенапряжения; попадание на токоведущие части металлических предметов; падение оголенных частей провода или гибких шунтов, находящихся под напряжением, на заземленные детали, а также потеря полупроводниковыми приборами запирающих свойств. Значительное увеличение тока при КЗ приводит к выгоранию в месте замыкания как изоляции, так и металла токоведущих частей. При запаздывании срабатывания аппаратов электрической защиты большой ток КЗ может вызвать повреждение всей токоведущей цепи и привести к пожару.

Недопустимые возрастания тока в цепях локомотивов могут возникать при порче подшипников, изломе бандажей якорей электрических машин, заклинивании зубчатой передачи или буксовых подшипников колесных пар, резком снижении частоты вращения роторов электрических машин.

Обрывы электрической цепи могут возникать в результате сильного их натяжения или крутого перегиба провода или кабеля, частых колебаний, отгорания или выпаивания провода из наконечника, сильного окисления контактов, попадания между ними постороннего предмета. Обрыв цепи приводит к менее опасным чем при КЗ, но достаточно серьезным последствиям, сказывающимся на работе

локомотивов. Из-за обрыва цепи не могут подниматься токоприемники, включаться аппараты защиты электрических цепей, собираться цепи тяговых электродвигателей и вспомогательных машин. Во всех этих случаях невозможно трогание локомотива с места, что приводит к сбою движения.

В силовых цепях обрыв провода можно устранить только при ремонте в депо. В эксплуатационных условиях локомотивные бригады могут поставить в обход оборванного участка перемычку проводом сечением не более 16 мм^2.

Методы выявления мест КЗ и обрывов различны. Места КЗ в депо первоначально пытаются установить по записи, сделанной машинистами в Журнале технического состояния локомотива формы ТУ-152. Подозрительное место внимательно осматривают, уточняют по следам копоти, брызгам металла и по возможному запаху горелой изоляции. При недостаточности этих признаков выполняют проверку мегомметром, для чего обследываемую цепь отсоединяют и подключают к зажиму «ЛИНИЯ» мегомметра, другой его зажим соединяют с заземленной частью кузова.

Для уточнения места повреждения зону поиска постепенно сужают, разделяя проверяемую цепь на отдельные участки, отключая отдельные последовательно включенные в эту цепь аппараты или устанавливая между контактами изоляцию. В ряде случаев цепь приходится делить на участки разъединением кабелей, проводов или шин.

Участок с КЗ в низковольтной цепи можно выявить с помощью прозвоночной лампы, подключаемой последовательно к разъединенным на рейке зажимам проводов отдельных участков цепи. Этим способом можно обнаружить место КЗ, не снимая аппаратов или электродвигателей с локомотива, находясь в высоковольтной камере локомотива.

Обрывы в высоковольтных цепях, сопровождающиеся электрической дугой, легко выявить по внешним признакам — копоти и запаху горелой изоляции. Место обрыва уточняют с помощью мегомметра на 2,5 кВ.

Механические повреждения электрических машин постоянного тока возникают в эксплуатации даже при нормальных условиях работы. Наиболее интенсивно изнашиваются щетки, рабочая поверхность коллектора и внутренние стенки окон щеткодержателей. Причинами износа щеточного аппарата может быть чрезмерное или, на-

оборот, недостаточное нажатие щеток; наличие в машине щеток различных марок; грубая обработка коллектора при ремонте; выступание миканитовой изоляции между пластинами коллектора; износ гнезда щеткодержателя под щетки и др. На щетах возможны сколы рабочей поверхности, возникающие вследствие плохого состояния коллектора, повышенного износа стенок окна щеткодержателя и повышенной плотности тока под щеткой. У машин с односторонним вращением якоря возможно заедание щетки в окне корпуса щеткодержателя, которое сопровождается потерей контакта щетки с коллектором, повышением сопротивления в переходном контакте, повышенным нагревом, что иногда приводит к разрушению щетки. Возможны случаи переброса электрической дуги с пальцев щеткодержателей по их изоляторам или напрямую на траверсу или остов электрической машины.

Реже наблюдаются размотка бандажей якоря; задир или рассыпание коллектора; излом деталей щеткодержателей; обрыв болтов полюсов и кронштейнов щеткодержателей; трещины в остовах; потеря крышки смотрового люка; порча подшипников и ослабление крепления подшипникового щита; излом вала якоря; задир коллектора в результате попадания на него посторонних деталей или излома деталей щеткодержателя. В последнем случае в депо выполняют обточку коллектора и его дальнейшую обработку со снятием или без снятия электродвигателя с локомотива.

Рассыпание коллектора, т.е. возвышение над рабочей поверхностью коллектора одной или нескольких пластин, устранить в условиях эксплуатации нельзя. Электродвигатель должен быть направлен на завод для ремонта со снятием обмотки и замены коллектора.

Ослабление посадки подшипникового щита выявляют визуально при обнаружении следов ржавчины по наружному контуру прилегания щита и ослабления крепежных болтов.

О повреждении подшипников якоря в эксплуатации обычно свидетельствуют следы нагрева крышки подшипника и попадание смазки во внутрь остова. Для уточнения наличия данного повреждения в депо колесную пару с тяговым электродвигателем вывешивают, подставляя под ее буксы домкраты, и к тяговому электродвигателю подводят пониженное напряжение (около 100 В). При вращении якоря с поврежденным подшипником прослушивается характерный шум. Для более точного контроля можно использовать стетоскоп или раз-

личные приборы вибродиагностики. При значительном повреждении подшипника происходит просадка вала, которую можно выявить с помощью пластинчатого или шарикового щупа.

Повреждения механической части вспомогательных машин постоянного тока аналогичны. У асинхронных электродвигателей в эксплуатации каких-либо неисправностей механической части, кроме повреждения подшипников ротора, как правило, не возникает.

Каждый случай установки или снятия электрической машины следует отметить в ее паспорте и учетной документации депо с указанием даты, причины снятия и объема проведенной работы, номера и серии локомотива, на который она устанавливается, и его пробега от начала эксплуатации.

3.2. Тяговый генератор ГСТ 2800-1000

На всех видах технических обслуживаний и текущих ремонтов, кроме ТР-3, производится внешний осмотр тягового генератора без снятия его с тепловоза. При этом проверяют крепление тягового генератора к поддизельной раме тепловоза, состояние подшипниковых щитов и вентиляционных каналов, сердечников полюсов. Ослабшие болты выявляются остукиванием по центру головки. У ослабшего болтового соединения от удара прослушивается глухой или дребезжащий звук. Неисправность соединения устраняется подтягиванием болта.

Снаружи статор осматривается для определения наличия трещин и повышенного износа, особенно в области опорных поверхностей и соединениях с дизелем.

Внутренний осмотр служит для оценки технического состояния и исправности крышек и кожухов, плотности их прилегания, исправности запорных устройств. О неплотности соединения судят по наличию внутри пыли или грязи.

При осмотре через открытые крышки проверяется состояние контактных колец, корпусов щеткодержателей, щеток, лобовых частей статорной обмотки; надежность крепления катушек и сердечников полюсов.

В доступных местах осматривается состояние изоляции и крепления лобовых частей статорной обмотки. При этом измеряется сопротивление изоляции статора мегомметром на 2500 В; значения

сопротивления изоляции должно соответствовать данным, указанным в Приложении 8. При появлении трещин изоляции лобовые части статорной обмотки покрывают эмалью ГФ-92ХС.

У контактных колец обследуется рабочая поверхность и состояние изоляции. Цвет и рисунок поверхностной пленки контактных колец отражают условия работы тягового генератора. Нормально отполированная поверхность контактных колец имеет равномерный серебристо-серый цвет.

Общий износ контактных колец вызывается абразивными частицами, которые проникают во внутрь тягового генератора из-за неплотности крышек и низкой степени очистки охлаждающего воздуха. Износ контактных колец, небольшие задиры или подгары устраняются зачисткой непосредственно на тепловозе.

Щеточный аппарат проверяется на надежность крепления всех элементов, отсутствие перекосов и заеданий его подвижных частей; степень загрязнения; наличие подгаров, оплавлений, трещин и изломов, отколов и износа щеток. Ослабшие болтовые соединения подтягиваются. Загрязненные поверхности протираются салфеткой, смоченной в бензине Б-70. Изношенные щетки заменяются новыми, предварительно пришлифованными к поверхности контактных колец.

Осматривается состояние полюсных катушек и измеряется сопротивление изоляции мегомметром на напряжение 500 В. При измерении сопротивления изоляции катушек ротора все щетки должны быть подняты. Величина сопротивления изоляции должна соответствовать величинам, приведенным в Приложении 8.

Межкатушечные соединения, выводные кабели и перемычки осматриваются в доступных местах с целью определения их чистоты, целостности и надежности крепления. Трещины и изломы выводов катушек и межкатушечных соединений, нарушения контакта устраняются при всех видах технических осмотров и текущих ремонтов. Выводы и межкатушечные соединения с поврежденной изоляцией дополнительно проверяют на прочность и измеряют их сопротивление. При изломе выводов и межкатушечных соединений выполняется ремонт с разборкой тягового генератора.

При осмотре подшипника определяется его целостность, оценивается надежность крепления крышек и герметичность смазочных полостей. Выброс смазки через лабиринтные уплотнения снаружи или во внутрь тягового генератора указывает на возможную неисп-

равность. Работа подшипника проверяется при работающем дизеле. Отсутствие посторонних звуков, скрежета, стуков или повышенного нагрева крышек свидетельствует о нормальной работе подшипникового узла.

При выполнении текущего ремонта ТР-3 или устранении неисправностей, которые не могут быть устранены на тепловозе, тяговый генератор снимается для последующей разборки. Перед выполнением ремонтных работ тяговый генератор следует очистить.

Очистка тягового генератора и его составных частей от эксплуатационных загрязнений осуществляется моющей жидкостью, для составления которой рекомендуется применять водные растворы моющих средств следующего состава, %:

раствор МЛ80 (ТУ84.509-1-82) — 0,1;

раствор отходов «Синтамид-5» (ТУ6-02-09-04-82) — 0,5;

раствор «Термос» (ТУ6-02-15325-80) — 0,1 совместно с раствором тринатрийфосфата (ГОСТ 201-76) — 0,2.

Очистка производится при температуре моющей жидкости 50...85 °С. После очистки выполняется сушка до восстановления сопротивления изоляции обмоток тягового генератора. При этом продолжительность времени с момента окончания очистки до начала сушки не должна превышать 0,5 ч. При очистке следует обращать особое внимание на чистоту поверхностей катушек полюсов, прилегающих к листам ротора.

Разборку снятого с тепловоза тягового генератора производят в такой последовательности (рис. 3.1):

– снимают все защитные крышки *11* с подшипникового щита *9*;

– отсоединяют от щита и вывертывают смазочную трубку *8*;

– поднимают щетки *7* и рабочую поверхность контактных колец *5* покрывают одним слоем электроизоляционного картона;

– снимают переднюю крышку *6* подшипника *3*;

– снимают входной патрубок *14*;

– вывертывают болты *10* крепления щита *9*. Щит снимается при помощи отжимных болтов.

Разборка подшипникового щита производится в следующем порядке:

– снимают подвески со щеткодержателями *12* с подшипникового щита *9*, вытаскивают щетки *7* из щеткодержателей и снимают щеткодержатели с подвесок;

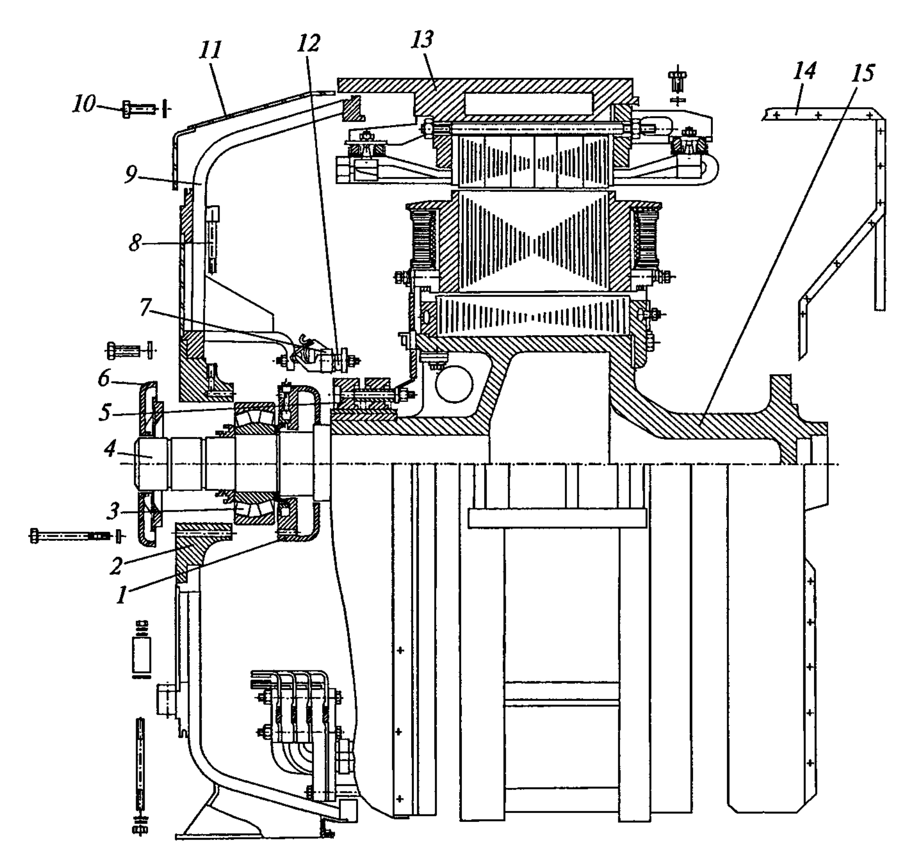


Рис. 3.1. Разборка тягового генератора ГСТ:
1 — внутренняя крышка подшипника; *2* — ступица; *3* — роликовый подшипник; *4* — ротор; *5* — контактные кольца; *6* — передняя крышка подшипника; *7* — щетка; *8* — смазочная трубка с масленкой; *9* — подшипниковый щит; *10* — болт; *11* — крышка; *12* — щеткодержатель; *13* — статор; *14* — входной патрубок; *15* — фланец

— вывертывают болты крепления ступицы *2* и отжимными болтами ступицу выпрессовывают из расточки в щите.

Для выемки ротора необходимо выполнить следующие работы:

— установить на фланец ротора тягового генератора транспортную скобу *2* и закрепить ее (рис. 3.2);

— ротор вывести из статора таким образом, чтобы не повредить контактные кольца, обмотку и пазовые клинья статора, затем уложить ротор на подставку с мягкой обкладкой.

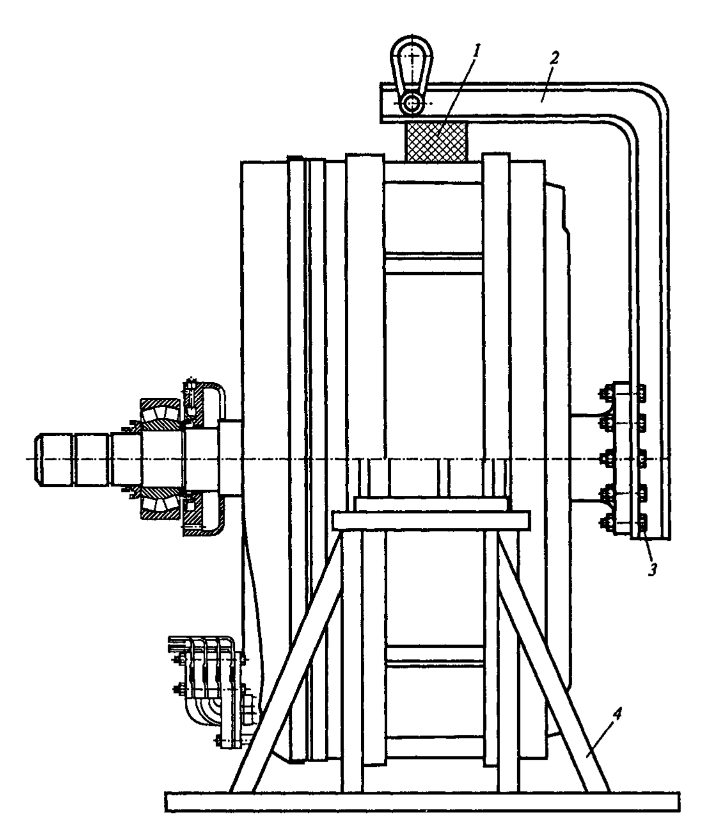


Рис. 3.2. Выемка ротора тягового генератора ГСТ:
1 — деревянный брус; *2* — скоба; *3* — болт крепления; *4* — подставка

В случае замены подшипника или сопрягаемых с ним деталей без снятия генератора с тепловоза необходимо выполнить следующие работы (см. рис. 3.1):

— очистить генератор снаружи от пыли и грязи;

— отсоединить приводы вала ротора генератора;

— снять с вала ротора полумуфту;

— снять защитные крышки *11* с подшипникового щита *9*;

— отсоединить и вывернуть смазочную трубку *8*;

— поднять щетки *7*;

— вал ротора между подшипником и контактными кольцами обхватить необходимой длины канатом с пеньковой оплеткой и петлями на концах;

– петли каната надеть на крюк подъемного крана;

– канат натянуть с помощью крана и подвесить ротор для снятия нагрузки от его массы на сопрягаемые с подшипником *3* детали подшипникового щита *9*;

– отвернуть болты и снять переднюю крышку *6*;

– вывернуть болты, выпрессовать ступицу *2* из расточки подшипникового щита 9 и при помощи отжимных болтов снять;

– вместе с внутренней крышкой *1* спрессовать подшипник *3*.

Ремонт статора в условиях локомотивного депо сводится к очистке и дефектации. Наиболее характерными и неблагоприятными факторами являются загрязнения и связанные с этим утечки тока, снижение сопротивления изоляции. При осмотре обращают внимание на целостность изоляции на выступающих частях обмотки, соединительные шины, повреждения которых возможны при разборке тягового генератора или транспортировке. Особое внимание обращают на правильность положения и исправность изоляционных гильз, установленных на концах секций; установку коронок на выходе из паза; на плотность изоляции и отсутствие трещин на кольцах крепления лобовых частей.

Сопротивление изоляции измеряется по методике, представленной в Приложении 1. При сопротивлении изоляции статорной обмотки ниже нормы (см. Приложение 8), наличии трещин в изоляции обмоток, ослаблении стержней в пазах статор разрешается пропитывать в условиях локомотивного депо. Для этого статор сушат в печи при температуре 175 °С в течение 15...16 ч, охлаждают до температуры 50...60 °С и пропитывают в ванне с лаком КО-916К. Сопротивление изоляции после сушки лака должно быть не менее 1 МОм.

При нормальном сопротивлении изоляции обмотки статора в условиях локомотивного депо допускается ограничиться только покрытием внутренней поверхности статора эмалью ГФ-92ХС.

Статорную обмотку поверяют на наличие обрывов и межвитковых замыканий. При их обнаружении тяговый генератор направляют на ремонт с заменой статорной обмотки.

Ротор протирают салфетками, смоченными в бензине Б-70, в местах, где имеются изоляционные детали. Перед этой операцией поднимают щетки на контактных кольцах.

У снятого ротора после очистки независимо от вида ремонта поверяют плотность посадки внутренних колец подшипников. Если

они не снимаются, место приварки балансировочных грузов, концы вала с внутренними кольцами подшипников или без них дефектоскопируются. Валы ротора с поперечными трещинами заменяют. Конусность концов вала проверяют соответствующими калибрами. Задиры, риски и выработку на поверхности шеек валов и конусов устраняют вибродуговой наплавкой или наплавкой в среде углекислого газа с последующей обработкой до чертежного размера (см. Приложение 8).

При сопротивлении обмотки ротора ниже норм, указанных в Приложении 8, еще раз тщательно очищают поверхность катушек ротора, сердечников полюсов и контактных сегментов. Малодоступные места очищают специальными щетками. После очистки ротор сушат в печи при температуре 110...120 °С в течение 10...12 ч. Если сопротивление изоляции не восстановилось, то межкатушечные соединения снимают и проверяют сопротивление изоляции обмотки каждого полюса индивидуально. В том случае, если при замере сопротивления изоляции найден полюс, обмотка которого имеет пониженное сопротивление изоляции, полюс заменяют.

Контактные кольца осматривают для выявления износа, чистоты поверхности, плотности посадки на цилиндре. Проверяют качество приварки шпилек в кольцах и отсутствие их ослабления. Кроме того, осматривают состояние изоляционной поверхности шпилек и цилиндра, убеждаются в отсутствии трещин и отколов.

Контактные кольца при износе протачивают с минимально возможным снятием металла. В эксплуатации допускается уменьшение диаметра контактных колец на 16 мм. При нормальной работе тягового генератора и правильном уходе за контактными кольцами такой запас по диаметру колец может обеспечить срок службы до 2,5 млн км пробега (до 20 лет). Контактные кольца заменяют, если предельный износ в силу каких-либо непредвиденных причин наступит раньше.

Изоляция цилиндра и шпилек выполняется из стеклянной ткани, пропитанной изоляционным составом, намоткой с последующей опрессовкой на деталях и в специальной форме. Шпильки с поврежденной изоляцией подлежат замене.

В целом узел контактных колец со щетками сравнительно надежный и не требует такого сложного и тщательного ухода, который требуется для коллекторно-щеточного аппарата электрической машины постоянного тока.

Щеткодержатели со щетками при помощи болтов прикреплены к кронштейнам подшипникового щита. Конструкция изоляторов и уход за ними аналогичны тяговым генераторам постоянного тока. При этом щеткодержатель прикрепляется к подвеске болтами.

Подшипниковый щит осматривают, обращая особое внимание на сварные швы и посадочные поверхности. Проверяют состояние лабиринтных уплотнений в крышках и кольцах. Допускается оставлять без исправления канавки, если в одной-двух нитках лабиринта имеются раковины не более 15 % общей длины. При больших повреждениях поверхности лабиринта крышки и кольца обрабатывают на станке.

При повреждении посадочных поверхностей сопрягаемых деталей (щитов в месте установки в статор и под ступицу, ступицы по наружному и внутреннему диаметрам, лабиринтных и уплотнительных колец и крышек) вал ротора тягового генератора заменяется. Посадка деталей производится с натягом, и, если при определении натяга он соответствует норме, узел готовится к сборке. В целом ремонт подшипникового щита синхронного тягового генератора ГСТ 2800-1000 не отличается от ремонта этого узла на генераторах переменного (ГС501А) или постоянного (ГП-311Б) тока.

Сборка тягового генератора и его сборочных единиц производится в порядке, обратном разборке. Перед сборкой тягового генератора выполняются следующие работы:

– закладывают 0,275 кг смазки ЖРО или ЖРО-М во внутреннюю крышку *1* подшипника;

– устанавливают внутреннюю крышку *1* и подшипник на вал ротора *4*;

– заполняют весь свободный объем подшипника *3* вровень с краями колец смазкой ЖРО или ЖРО-М (до 0,85 кг);

– собирают подшипниковый щит;

– заполняют отверстие в ступице *2* и смазочную трубку *8* (0,075 кг смазки ЖРО или ЖРО-М);

– проверяют нажатие на щетки *7*;

– измеряют зазоры между щеткой и обоймой щеткодержателя, а также между контактными кольцами и щеткодержателями;

– проверяют радиальный зазор в подшипнике *3*.

Место установки тягового генератора должно обеспечивать:

– стабильность качества центровки с дизелем и закрепления статора;

– условия эксплуатации от воздействия механических факторов внешней среды в соответствии с группой М25 (ГОСТ 175161-90);

– возможность доступа без демонтажа сопрягаемого или близлежащего оборудования для осмотра и обслуживания;

– возможность замены подшипника *3*;

– защиту тягового генератора от попадания на него снаружи и во внутрь горюче-смазочных материалов, посторонних предметов, воды и снега;

– степень очистки воздуха от пыли и влаги не менее 75 %;

– расход охлаждающего воздуха не менее установленной нормы.

При сочленении ротора тягового генератора с коленчатым валом дизеля необходимо обеспечить:

– излом осей ротора тягового генератора и коленчатого вала дизеля не более 0,15 мм на длине 800 мм;

– радиальное биение ротора тягового генератора и коленчатого вала дизеля не более 0,07 мм на диаметре 265 мм;

– величину зазора между сердечниками полюсов ротора и статора тягового генератора 4,2...5,4 мм. При этом разность между минимальным и максимальным зазорами должна быть не более 0,5 мм;

– расстояние от торца наружной крышки подшипника *3* до края канавки у основания конусной части вала 2...6 мм;

После выполнения всех работ тяговый генератор подвергается соответствующему Правилам ремонта электрических машин тепловозов виду испытаний.

3.3. Тяговый электродвигатель ДТК-800КЭ

Технические осмотры. При проведении технических осмотров ТО-2 и ТО-3 необходимо очистить крышку верхнего коллекторного люка от скопившейся пыли, грязи или снега, чтобы при осмотре тягового электродвигателя они не попали в коллекторную камеру. При этом проверяется исправность крышек коллекторных люков, надежность их уплотнения и крепления, исправность действия замков.

При снятых крышках производится внешний осмотр коллектора, всех доступных осмотру кронштейнов, щеткодержателей, щеток, пальцев кронштейнов, межкатушечных соединений, выводных кабелей, бандажей якоря, изоляции шин и катушек. На электродвигателе применяются щетки только марки ЭГ64К.

При обнаружении повышенного износа или сколов щеток, следов перекрытия по коллектору, поврежденных фарфоровых изоляторов или других дефектов, а также при значительном количестве пыли на изоляторах, конусе коллектора необходимо отсоединить траверсу от схемы тягового электродвигателя, расстопорить ее и, проворачивая траверсу, проверить состояние всех щеток и щеткодержателей, пальцев кронштейнов и шин. Обнаруженные дефекты следует устранить.

При выполнении ТО-3 дополнительно проверяют сопротивление изоляции тягового электродвигателя и добавляют смазку в подшипниковые узлы.

Текущий ремонт ТР-1 предусматривает осмотр тягового электродвигателя с обязательным проворотом траверсы.

При провороте траверсы проверяется исправность и крепление всех щеткодержателей, кронштейнов, изоляционных пальцев кронштейнов и их фарфоровых изоляторов, щеток, шунтов щеток и состояние монтажа траверсы. При обнаружении щеток, имеющих предельный износ по высоте, сколы, трещины, обрыв жил шунтов более 15 %, производится замена их на всех щеткодержателях одновременно. При замене щеток их шунты скручиваются друг с другом во избежание свисания их с корпуса щеткодержателя в сторону траверсы и петушков коллектора. Шунт не должен попадать между нажимным пальцем и щеткой, перетирание его недопустимо.

Наконечники шунтов должны быть надежно закреплены на корпусе щеткодержателя. Новые щетки при установке в электродвигатель следует пришлифовать к рабочей поверхности коллектора. Щетки должны свободно перемещаться в окне щеткодержателя, но не иметь излишней слабины. Допустимые зазоры между щетками и стенками окна щеткодержателя приведены в Приложении 9. Увеличение этих зазоров приводит к местным износам щеток, ухудшению коммутации.

Щеткодержатели необходимо отрегулировать на гребенке, выдержав расстояние от корпуса щеткодержателя до рабочей поверхности коллектора и до петушков в пределах норм, приведенных в Приложении 9. На поверхности щеткодержателя недопустимо наличие заусенцев, следов перебросов, а нажимные пальцы должны поворачиваться вокруг осей без заедания. Поврежденные щеткодержатели заменяются новыми.

При смене щеткодержателей или деталей кронштейнов необходимо проверить равномерность расположения щеток по длине окружности коллектора в соответствии с нормами, приведенными в Приложении 9. При повышенном износе щеток в одном-двух щеткодержателях, в то время как в остальных щеткодержателях щетки изнашиваются нормально, следует проверить усилие нажатия пальцев на щетки в соответствии с Приложением 9. Усилие нажатия пальцев на все щетки одного щеткодержателя и щеткодержателей одной полярности не должно отличаться более чем на 10 % во избежание неравномерного распределения тока. Регулировать усилие нажатия пальцев необходимо поворотом регулировочного винта, расположенного на оси нажимного пальца. При осмотре щеткодержателей нажимные пальцы плавно опускаются на щетки. Резкое опускание нажимных пальцев во избежание разрушения щеток недопустимо.

Пыль и копоть с изоляционных пальцев кронштейнов удаляют, протерев их чистой салфеткой, смоченной в техническом спирте или бензине Б-70. Эксплуатация электродвигателей с загрязненными или обгоревшими изоляционными пальцами и поврежденными фарфоровыми изоляторами не допускается.

Для замены изоляционного пальца снимается корпус щеткодержателя, из которого предварительно вынимают щетки, сняв кронштейн с пальцев. Траверса поворачивается в такое положение, чтобы гайка поврежденного пальца совпала с окном подшипникового щита. При этом крышка, закрывающая окно, предварительно снимается.

После замены щеткодержателей, кронштейнов, изоляционных пальцев кронштейнов следует обязательно проверить правильность установки щеток в нейтральное положение в соответствии с требованиями, указанными в Приложении 9.

Нормально работающий коллектор должен иметь полированную, блестящую поверхность (политуру) без царапин, рисок, вмятин и подгаров. Вместе с тем, в зависимости от качества щеток, условий коммутации электродвигателя, условий эксплуатации и прочих причин поверхность коллектора приобретает самые различные оттенки: от светло-коричневого с полосами чистой меди до темно-коричневого с чередующимся изменением цвета коллекторных пластин с шагом, равным числу проводников в пазу якоря. Объясняется это неодинаковыми условиями коммутации пластин. Пластины, соединенные с проводниками, выходящими из процесса коммутации пос-

ледними, искрят наиболее интенсивно и тем самым вызывают закономерно изменяющийся цвет пластин. Коллектор обеспечит нормальную эксплуатацию электродвигателя, если чередующееся изменение цвета пластин не приводит к их подгарам. Во всех случаях повреждения коллектора необходимо установить причины этих повреждений и устранить их. Грязь и следы смазки удалить с коллектора салфеткой, смоченной в техническом спирте или бензине Б-70. Применять для протирки следует материалы, не оставляющие жирных следов. Небольшие царапины, выбоины и подгары на рабочей поверхности коллектора устраняются зачисткой мелкозернистой шлифовальной бумагой, закрепленной на деревянной колодке, имеющей радиус, равный радиусу коллектора, и ширину не менее 2/3 длины рабочей поверхности коллектора. Зачистка проводится на вращающемся коллекторе, так как в противном случае это может вызвать местные выработки. Следует иметь в виду, что шлифовка уничтожает политуру и тем самым ухудшает контакт между коллектором и щетками, поэтому без особой необходимости к ней прибегать не рекомендуется.

Удаление меди, затянутой в межламельное пространство, по возможности производится с сохранением политуры на коллекторе. Заусенцы устраняются неметаллической щеткой или кистями, например, капроновыми. При этом чешуйки меди отгибаются щеткой в межламельное пространство, затем с помощью сжатого воздуха поднимаются вновь. Операция повторяется 2-3 раза до излома чешуек меди. Крупные заусенцы удаляются ножом для снятия фасок, после чего коллектор шлифуется.

Обточки и продорожки коллектора непосредственно на локомотиве необходимо избегать; при возникновении необходимости работу должен выполнять опытный специалист. Коллектор рекомендуется обтачивать в собственных подшипниках якоря. При этом сначала проводится его проточка резцом, а затем шлифовка. При каждой обработке рабочей поверхности коллектора спрессовавшаяся пыль и медная стружка удаляются из пазов между коллекторными пластинами, с каждой стороны пластины снимаются фаски размером $0{,}2 \times 45°$ и 0,2 мм по ширине пластины.

Стружка и металлическая пыль удаляются капроновой щеткой, и тяговый электродвигатель тщательно продувается сжатым воздухом.

В случае повышенного износа всех щеток или же щеток только с одной стороны коллектора (со стороны конуса или со стороны петушков) необходимо тщательно осмотреть коллектор и измерить его биение. Причиной повышенного износа щеток может быть недостаточно тщательная обработка коллектора либо выступание отдельных пластин коллектора или межламельной изоляции.

Биение и выработка коллектора проверяется при неудовлетворительном состоянии рабочей поверхности коллектора (политуры), наличии повышенного числа перебросов на отдельных электродвигателях. Наибольшие допустимые значения биения и выработки коллектора приведены в Приложении 9. Различная выработка коллектора под разными рядами щеток не является браковочным признаком, если глубина выработки по каждой дорожке не превышает допустимую.

Обмотки и межкатушечные соединения осматривают одновременно с коллектором и щетками, проверяя состояние крепления межкатушечных соединений, выводных шунтов и состояние изоляции катушек. Поврежденный слой изоляции на шунтах восстанавливается с последующей окраской этого места изоляционной эмалью. При повреждении изоляции полюсных катушек или неудовлетворительном состоянии бандажей якоря тяговый электродвигатель заменяется новым, а на снятом устраняются обнаруженные дефекты.

После окончания ремонтных работ траверса устанавливается в рабочее положение, подсоединяются подводящие шунты к траверсе; устанавливается фиксатор в паз накладки на траверсе с предварительной подтяжкой болта фиксатора и болтов стопорных накладок. Разжав траверсу, вращая шпильку разжимного устройства в направлении от себя, заворачивают до отказа болты стопорных накладок и фиксатора траверсы. Электродвигатели продувают сжатым воздухом и закрывают коллекторные люки крышками, предварительно убедившись в хорошем состоянии уплотнений крышек.

На каждом ТР-1 дополнительно выполняются следующие работы.

Осматриваются остовы и подшипниковые щиты (в доступных местах) для проверки отсутствия трещин. Определяется работа якорных подшипников на слух при вращении якоря (колесно-моторные блоки поднимают домкратами на 10...15 мм от головки рельса) или проводится виброакустическое диагностирование. Появление чрезмерных шумов в якорных подшипниках, вибраций тягового электродвигателя, а также чрезмерное нагревание якорных подшипников

свидетельствуют об их ненормальной работе. Такие тяговые электродвигатели необходимо заменить.

Заклинивание зубчатой передачи или ослабление посадки (проворот или спрессовка) шестерни на валу тягового электродвигателя свидетельствуют о том, что колесно-моторный блок поврежден и должен быть заменен новым.

На снятом тяговом электродвигателе выполняется ревизия подшипниковых узлов в соответствии с требованиями действующей инструкции по содержанию подшипниковых узлов.

Перед добавлением смазки в подшипники предварительно очищаются камеры от скопившейся в них отработанной смазки; прочищаются в крышках подшипника отверстия для выброса отработанной смазки; после добавления смазки из камер удаляются излишки смазки. Одновременно проверяется наличие выброса смазки внутрь тягового электродвигателя из подшипниковых камер и кожуха зубчатой передачи.

Проверяется крепление главных и добавочных полюсов, подшипниковых щитов. Ослабление крепления болтов с головками, залитыми компаундной массой, определяется по состоянию заливки. При осмотре подшипниковых узлов проверяется затяжка болтов крепления крышек якорных подшипников, наличие и надежность крепления болтов (пробок) смазочных отверстий. Обнаруженные дефекты устраняются.

Необходимо проверить сопротивление изоляции обмоток тяговых электродвигателей относительно корпуса мегомметром на напряжение 2500 В. Тяговые электродвигатели, имеющие сопротивление изоляции ниже установленных норм, указанных в Приложении 9, необходимо просушить в соответствии с нормами, приведенными в Приложении 4. На тяговых электродвигателях, сопротивление изоляции которых равно нулю или после сушки не восстановилось до нормы, определяется место повреждения изоляции и выполняется восстановление.В случае, если повреждение изоляции не удается обнаружить, а сопротивление изоляции ниже нормы, тяговый электродвигатель заменяется новым, а на снятом после его разборки устраняются дефекты.

Снимают крышки коробок выводов, проверяют состояние изоляторов, надежность их крепления к остову тягового электродвигателя, состояние и крепление наконечников кабелей, надежность посадки на кабелях резиновых втулок, их состояние, состояние резиновых клиц.

На седьмом по циклу текущем ремонте проводятся работы в объеме ТР-2, при котором, кроме перечисленных выше работ в объеме ТР-1, дополнительно проводится ревизия щеткодержателей. Снятые щеткодержатели очищают, проверяют состояние корпусов, убеждаясь в отсутствии в них трещин, проверяют действие пружинного механизма; очищают от заусенцев гребенки корпусов щеткодержателей и кронштейнов. Срыв ниток гребенок более 10 % их площади не допускается. Проверяют размеры окон щеткодержателей. При наличии предельных износов окон для щеток, трещин и оплавлений щеткодержатель разбирают, изношенные или неисправные детали заменяют. При сборке щеткодержателей регулируется нажатие нажимных пальцев на щетки. Нажимные пальцы должны вращаться свободно, без заеданий. При устранении заеданий нажимных пальцев или при их смене, а также перед сборкой щеткодержателей трущиеся поверхности нажимных пальцев покрывают пастой ВНИИНП-232.

Отремонтированные щеткодержатели устанавливают в тяговый электродвигатель, обеспечивая заданное расстояние от корпуса щеткодержателя до рабочей поверхности коллектора и до петушков в соответствии с нормами, указанными в Приложении 9. Свисание щеток с рабочей поверхности коллектора при крайних положениях якоря не допускается. В завершение работ проверяют установку щеток на геометрическую нейтраль.

При разработке тягового двигателя ДТК-800КЭ проведение текущего ремонта ТР-3 не предусматривалось. На основе требований ТР-3 рекомендуется выполнять работы в объеме среднего ремонта.

Средний ремонт предусматривает следующие работы:

— освидетельствование электрической части остова с проверкой межкатушечных соединений и выводных кабелей, крепления полюсных сердечников, правильности установки главных и добавочных полюсов, прочности посадки катушек на полюсах, состояния покрытия электроизоляционной эмалью полюсных катушек;

— освидетельствование и ремонт механической части якоря; обточка, продорожка и шлифовка коллектора; ревизия и ремонт якорных подшипниковых узлов, щеткодержателей и их кронштейнов, траверс, крышек люков и крепежных деталей; приемо-сдаточные испытания и окраска двигателя.

Разборка электродвигателя выполняется после снятия его с электровоза. Технологический процесс разборки тягового электродвига-

теля должен исключать возможность повреждения узлов и деталей и обеспечивать их сохранность. Работы выполняются в определенной последовательности.

С конца вала гидравлическим способом снимается шестерня. В торце вала имеется отверстие с резьбой М20 × 1,5 для подсоединения штуцера гидронасоса.

Отсоединяют два провода, подходящие к траверсе; расстопоривают траверсу; проворачивая ее, из окон щеткодержателей вынимают все щетки и закрепляют их нажимными пальцами на щеткодержателях.

Тяговый электродвигатель устанавливают на подставку *9* (рис. 3.3), предварительно ввернув в резьбовые отверстия большого подшипникового щита регулировочные болты *8*. Снимают крышку подшипника *2*, упорное кольцо *4*, уплотнительное кольцо *5* и регулировочную шайбу *6*. Для фиксации подшипника устанавливают и закрепляют вспомогательный стакан *7*.

С помощью кантователя тяговый электродвигатель устанавливают коллектором вниз (рис. 3.4), снимают крышку подшипника *3*, упорное кольцо *4*, уплотнительное кольцо *5*. Демонтируют подшипниковый щит *8* с помощью выжимных болтов. В расточке подшипникового щита *8* остается наружное кольцо подшипника *9* и уплотнительное кольцо *10*.

Установив по уровню тяговый электродвигатель строго вертикально, завертывают рым-болт *11* в торец вала якоря, вынимают якорь и кладут на подушку с резиновой или войлочной прокладкой. Перекантовав остов, предварительно ввернув в резьбовые отверстия остова регулировочные болты, демонтируют при помощи выжимных болтов малый подшипниковый щит и траверсу.

Ремонт остова начинают с его очистки и продувки сухим сжатым воздухом, затем производят осмотр. Обнаруженные трещины заваривают, другие дефекты устраняют. От забоин и заусенцев зачищают привалочные поверхности остова. Крышки коллекторных люков при наличии неисправностей и повреждений ремонтируют или заменяют. Осматривают устройства для фиксации, стопорения и проворота траверсы. Обнаруженные дефекты устраняют.

Отверстия под болты фиксатора, стопоров и валик шестерни проворота траверсы смазывают пастой ВНИИНП-232. Крышку коробки выводов снимают и очищают от пыли и грязи. Проверяют надеж-

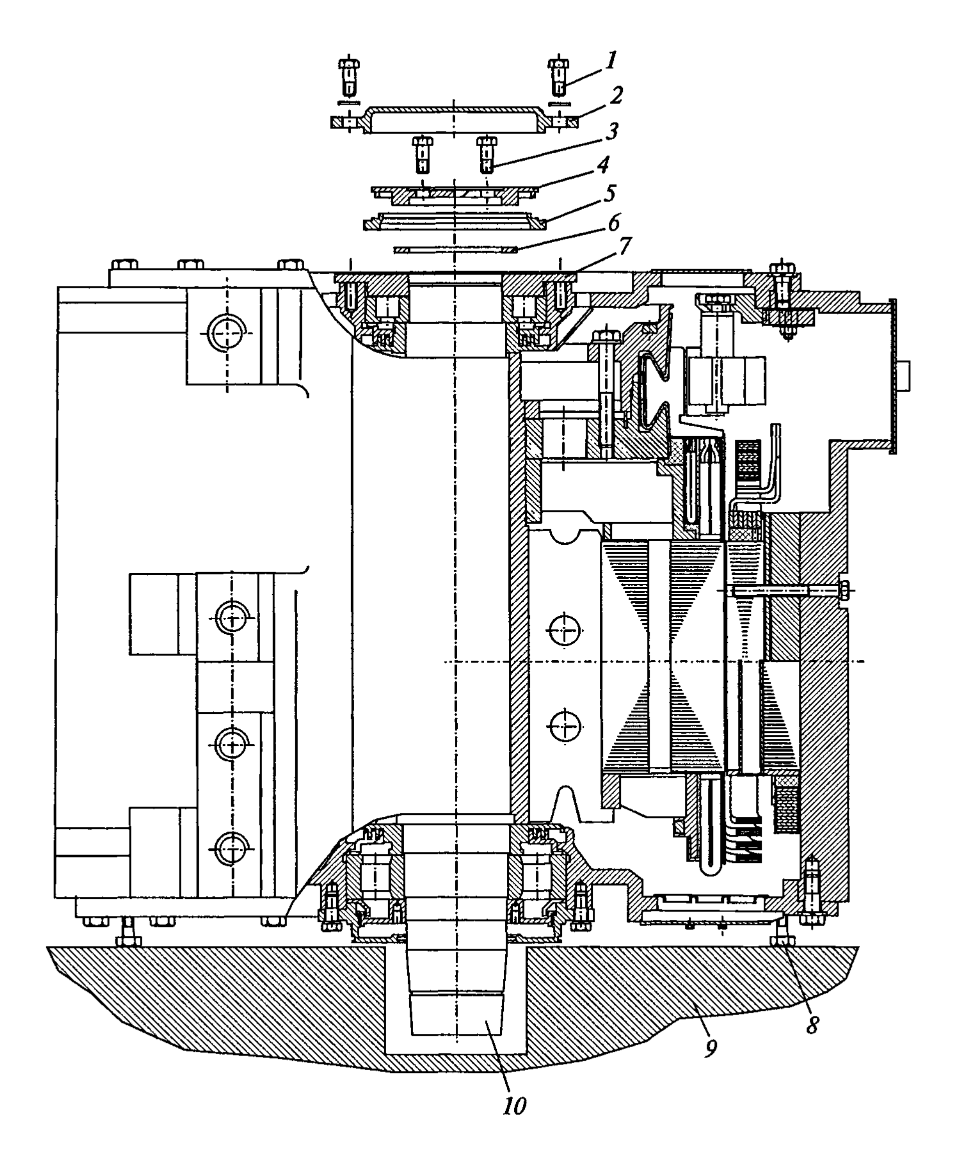


Рис. 3.3. Разборка малого подшипникового щита ДТК-800КЭ:
1, *3* — болт; *2* — крышка подшипника; *4* — упорное кольцо; *5* — уплотнительное кольцо; *6* — регулировочная шайба; *7* — вспомогательный стакан; *8* — регулировочный болт; *9* — подставка; *10* — вал якоря

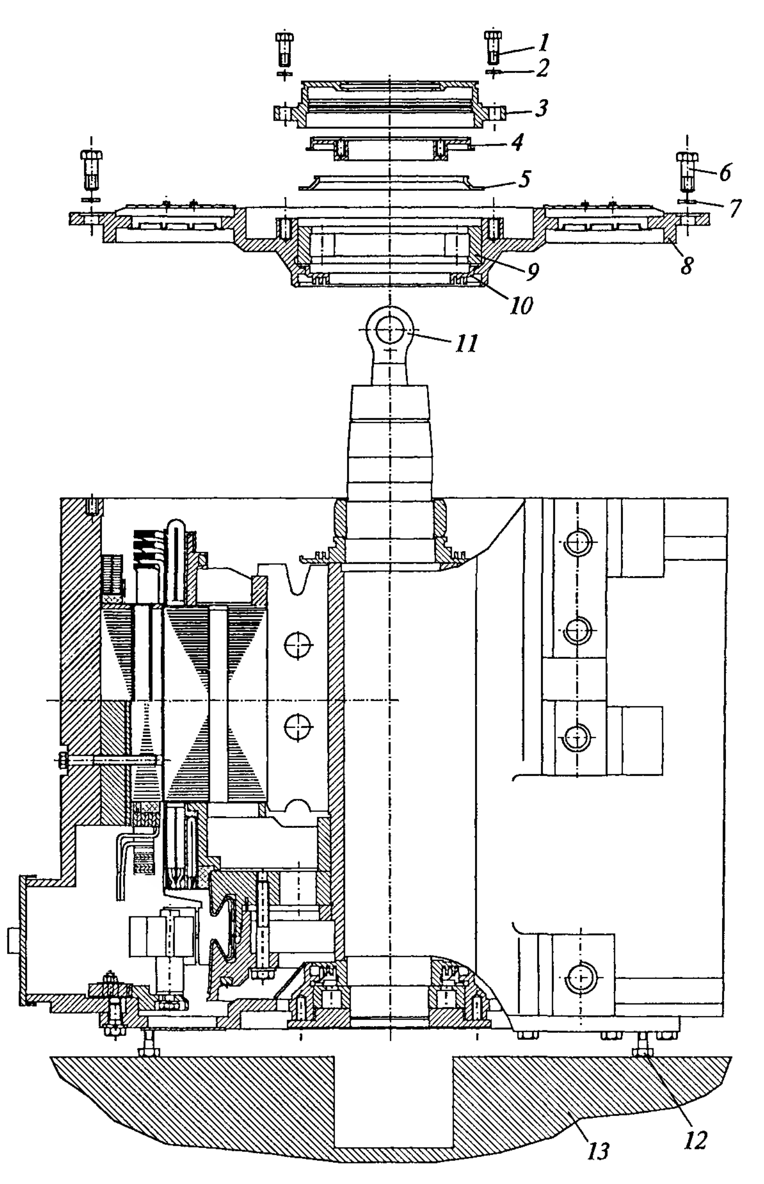


Рис. 3.4. Разборка большого подшипникового щита ДТК-800КЭ:
1, *6* — болт; *2*, *7* — пружинная шайба; *3* — крышка подшипника; *4* — упорное кольцо; *5*, *10* — уплотнительное кольцо; *8* — подшипниковый щит; *9* — наружное кольцо подшипника; *11* — рым-болт; *12* — регулировочный болт; *13* — подставка

ность крепления изоляционных пальцев к остову и их состояние. При демонтаже пальцев необходимо пользоваться специальным ключом. Проверяют состояние резиновых втулок и надежность их посадки на кабелях и в отверстиях остова. Обращают внимание на состояние и крепление кабелей в коробке выводов и состояние клиц.

Осматривают главные и добавочные полюсы, компенсационную обмотку. При этом убеждаются в надежности их крепления, отсутствии повреждений изоляции, соответствии активного сопротивления обмоток нормам; в прочности посадки катушек главных и добавочных полюсов на сердечниках. Простукиванием проверяют плотность посадки клиньев крепления катушек компенсационной обмотки.

Полюсную систему проверяют, убеждаясь в отсутствии межвитковых замыканий в катушках. Катушки главных и добавочных полюсов с поврежденной изоляцией заменяют вместе с сердечниками. Проверяют затяжку полюсных болтов; болты с дефектами (сорванной резьбой, изношенными или забитыми гранями головок, трещинами и т.д.) заменяют новыми. Негодные пружинные шайбы при смене болтов заменяют. Головки полюсных болтов, где это предусмотрено чертежом, заливают битумным компаундом.

При осмотре состояния выводов катушек главных и добавочных полюсов, а также катушек компенсационной обмотки обращают внимание на состояние изолированной части, которая должна быть плотной и не иметь признаков сползания изоляции. Межкатушечные соединения и выводные кабели внутри остова прочно закрепляют скобами. Следят, чтобы контактные соединения имели прочное соединение и надежный контакт.

Катушки и межкатушечные соединения окрашивают электроизоляционной эмалью. Сушку катушек полюсов с низким сопротивлением изоляции проводят в остове без снятия катушек. Для демонтажа катушек компенсационной обмотки необходимо распаять их межкатушечные соединения. Затем на лобовые части катушек со стороны коллектора укладывают листы картона толщиной не менее 0,5 мм и выбивают клинья из всех пазов с помощью специального зубила с бородкой. Удаляют прокладки, уплотняющие клинья в пазах. Катушку вынимают из пазов полюса с помощью приспособления или рычагов, установив между катушкой и рычагом резиновые прокладки.

Пазы очищают от наплывов компаунда и продувают сжатым воздухом. Поврежденные катушки заменяют новыми.

При необходимости снять главные полюсы предварительно демонтируют добавочные полюсы и катушки компенсационной обмотки, а затем снимают главные полюсы. Демонтаж добавочных полюсов выполняют без снятия катушек компенсационной обмотки. Для этого распаивают выводы катушек добавочного полюса и вынимают сердечник полюса вместе с катушкой в окно компенсационной катушки.

Монтаж остова проводится в следующем порядке.

Главные и добавочные полюсы устанавливают в остов. При этом расположение полюсов по окружности должно соответствовать требованиям технических условий. Проводится испытание электрической прочности изоляции катушек главных и добавочных полюсов относительно корпуса и между витками.

Перед укладкой катушек компенсационной обмотки проверяют пазы полюсов на отсутствие заусенцев, наплывов компаунда, которые при необходимости удаляют. Пазы продувают сжатым воздухом, затем устанавливают угловую и пазовую изоляцию. Катушки выставляют по всем пазам с расположением лобовых частей относительно сердечников и укладывают в пазы легким постукиванием обрезиненной рукояткой молотка равномерно по всей длине витков. Пазовые части катушек осаживают с помощью текстолитовой подбойки и молотка. Под клинья устанавливают необходимое число прокладок для плотной посадки клиньев в пазах полюса; прокладки промазывают клеем ЭК-5Т.

После монтажа испытывается электрическая прочность изоляции катушек компенсационной обмотки относительно корпуса напряжением, составляющим 50 % от указанного в правилах ремонта на испытание остова. Катушки компенсационной обмотки подсоединяются к источнику постоянного тока и сушатся. Время сушки катушек после ремонта в остове на воздухе составляет 48 ч. Проводится испытание электрической прочности изоляции полностью собранного остова относительно корпуса переменным напряжением в соответствии с правилами ремонта.

Ремонт подшипниковых щитов начинается с процесса выпрессовки подшипников при помощи специальных приспособлений с равномерным давлением, без перекосов, ударов и повреждений. Выпрессовку подшипников из каждого подшипникового щита можно осуществлять различными способами и на различных приспособлениях, но в любом случае распрессовочное усилие должно быть

приложено на торцевую поверхность наружного кольца, а не на сепаратор или ролики. При выпрессовке подшипника следует обеспечить, чтобы вниз он падал на подкладку или настил из мягкого неметаллического материала для предотвращения повреждения наружной обоймы. При необходимости выпрессовывают внутренние уплотнительные кольца большого и малого подшипниковых щитов.

Подшипники промывают бензином Б-70 и тщательно осматривают. Следует обращать особое внимание на качество клепки и износ сепаратора. При радиальном зазоре, находящемся в допустимых пределах, и хорошем состоянии беговых дорожек, роликов и качестве клепки сепаратора можно собрать и смазать подшипниковые узлы после полной просушки подшипников.

Внутренние подшипниковые кольца снимают с вала лишь при повреждениях подшипников или вала. Номера внутренних и наружных колец подшипников при сборке должны совпадать.

При обнаружении дефектов трещин на деталях, беговых дорожках или роликах (раковины, задиры или шелушение), появлении радиальных зазоров, превышающих установленные нормы, подшипник следует заменить.

Перед установкой нового подшипника необходимо осмотреть посадочную поверхность подшипниковых щитов, убедиться в отсутствии трещин. Проверяют все резьбовые отверстия подшипниковых щитов, при необходимости восстанавливают резьбу. Перед сборкой маслопроводящие трубки заполняют смазкой. В процессе сборки необходимо следить, чтобы ни в смазке, ни в подшипниковых камерах не оказалось металлической пыли или стружки.

Сборку подшипниковых щитов выполняют в следующем порядке. Запрессовывают внутренние крышки (если они были выпрессованы); запрессовывают наружные кольца подшипников с комплектом роликов. Подшипниковые камеры заполняют смазкой. Остальные детали подшипниковых узлов устанавливают при сборке электродвигателя.

Ремонт траверсы производится в снятом состоянии: траверса продувается сжатым воздухом, протирается салфеткой и устанавливается на приспособление. Затем снимают щеткодержатели *4*, кронштейны *2*, шинный монтаж *5*; корпус *1* траверсы промывают керосином (см. рис. 1.8). После сушки восстанавливают покрытие электроизоляционной эмалью. Осматривают кронштейны *2* и щеткодержатели *4*,

изоляционные пальцы *3*, шинный монтаж *5*, разжимное устройство *6*. Детали, изношенные более чем допускается нормами, а также поврежденные, заменяются.

Щеткодержатели разбираются, очищаются от пыли и копоти. Проверяется состояние нажимных пальцев *3*, пружин *4*, корпуса *1*, окон щеткодержателей, резьбовых отверстий и отверстий под оси (см. рис. 1.13).

Все трущиеся поверхности смазываются пастой ВНИИНП-232.

При сборке щеткодержателей проверяется усилие нажатия на щетки и вращение пальцев на оси. Допустимое усилие нажатия пальцев на щетки указано в Приложении 9.

Для обеспечения равномерного расположения щеткодержателей по окружности коллектора сборка траверсы с кронштейнами и щеткодержателями проводится на специальном приспособлении. Щетки устанавливают в окна щеткодержателей. Щетки должны быть без трещин и сколов, входить в окна щеткодержателей свободно, без заеданий. Зазоры между щетками и стенками окон должны быть в пределах норм, оговоренных в Приложении 9. Испытание электрической прочности изоляции отремонтированной траверсы относительно корпуса проводится в соответствии с правилами ремонта.

Ремонт якоря производят на специальной подставке, на которую его опирают концами вала. При выемке якоря из тягового электродвигателя следует обращать особое внимание на то, чтобы в процессе кантования и ремонта якоря, он не опирался на подставку или на пол коллектором, бандажами и головками катушек обмотки, с целью исключения повреждения коллектора, изоляции головок катушек, деформации лобовых частей обмотки. Вращая якорь, очищают вентиляционные каналы проволочным ершиком и тщательно продувают их сжатым воздухом. Якорь очищают от пыли и грязи. Проверяют обмотку якоря на отсутствие межвитковых замыканий. Осматривают бандажи, проверяют простукиванием затяжку коллекторных болтов. При необходимости подтягивают их ключом-трещоткой, предварительно нагрев якорь до температуры 160...170 °С. Болты подтягивают постепенно, с поочередным закручиванием не более чем на пол-оборота диаметрально противоположных болтов.

Проверяют визуально качество сварки обмотки якоря с петушками коллектора. В соответствии с требованиями чертежа и правилами ремонта, восстанавливают рабочую поверхность коллектора, а также покрытие якоря.

Измеряется мегомметром на напряжение 1000 В сопротивление изоляции обмоток якоря и полюсной системы по отношению к корпусу и друг к другу.

Сборка электродвигателя начинается с установки траверсы. Затем на подшипниковый щит со стороны коллектора крепится технологическая крышка, щит запрессовывают в остов. В резьбовые отверстия подшипникового щита ввертывают регулировочные болты. Остов размещают на подставке и с помощью выжимных болтов и уровня выставляют строго вертикально, якорь опускают в остов. После запрессовки подшипникового щита тяговый электродвигатель устанавливают в горизонтальное положение. После этого снимают технологическую крышку и удлинитель, затем замеряют торцевые биения и радиальные зазоры подшипников. Установку деталей подшипниковых узлов производят согласно требованиям чертежа.

При креплении деталей тягового электродвигателя запрещается оставлять или устанавливать вновь болты и гайки, имеющие разработанную, сорванную или забитую резьбу, забитые грани головок или трещины.

В ходе сборки также проверяют осевой разбег якоря; зазоры между петушками и корпусом щеткодержателя; расстояние от нижней кромки щеткодержателя до рабочей поверхности коллектора; перекос щеткодержателя по отношению к коллектору в соответствии с нормами, приведенными в Приложении 9.

После установки траверсы в рабочее положение и ее закреплении проверяют работу тягового электродвигателя и якорных подшипников в режиме холостого хода; устанавливают щетки в нейтральное положение согласно указанным нормам (Приложение 2). Приемо-сдаточные испытания собранного электродвигателя проводятся согласно ГОСТ 2582-81 и в соответствии с рекомендациями, изложенными в Приложении 5.

Количество смазки, добавляемой в якорные подшипники, и сроки проведения работ должны соответствовать эксплуатационным документам. Перед добавлением смазки в подшипники необходимо выполнить следующие работы: снять крышки, закрывающие камеры для сбора отработанной смазки; очистить крышки и камеры от скопившейся в них смазки; прочистить в крышках подшипников отверстия для выброса отработанной смазки. После добавления смазки из камер для отработанной смазки удаляют излишки смазки; маслосборники закрывают крышками.

При заклинивании зубчатой передачи или ослаблении посадки (появляется проворот или наблюдается спрессовка) шестерни на валу тягового электродвигателя поврежденный колесно-моторный блок заменяют новым. На снятом тяговом электродвигателе выполняется ревизия подшипниковых узлов в объеме среднего ремонта.

3.4. Тяговый электродвигатель НБ-520В

Техническое обслуживание ТО-2 включает следующие работы. Проверяют надежность крепления крышек коллекторных люков, плотность их прилегания к остову; нагрев подшипниковых щитов. Открывают нижний и верхний смотровые люки. Осматривают коллектор, изоляционный корпус, все доступные для осмотра кронштейны, щеткодержатели, щетки, пальцы кронштейнов, межкатушечные соединения, выводные кабели, бандажи якоря, изоляцию шин катушек. Проверяют крепление кабельных наконечников и траверсы. Неисправные щеткодержатели и кронштейны заменяются. В зимних условиях проверяют сопротивление изоляции тяговых двигателей.

Рекомендации по осмотру и обслуживанию щеток и поверхности коллектора аналогичны приведенным в п. 3.3. На двигателе НБ-520В запрещается применение щеток марок, отличных от применяемых ЭГ-61А.

После установки крышек люков проверяют их состояние, запорные устройства. Неисправные уплотнения ремонтируют или заменяют. Проверяют крепление главных и добавочных полюсов, подшипниковых щитов, крышек подшипниковых узлов.

После осмотра тягового двигателя смотровые люки закрывают, убеждаются в плотном прилегании крышек к остову и проверяют исправность запирающих устройств.

Определяют температуру нагрева якорных подшипников (не более 80 °С). Перед добавлением смазки проверяют надежность крепления трубок. Обращают внимание на целостность брезентовых вентиляционных патрубков, надежность их крепления и плотность прилегания. Не допускаются обрывы и прорези брезентовых патрубков.

Текущий ремонт ТР-1 дополнительно к работам по ТО-2 требует выполнения следующих работ. Мегомметром проверяют сопротивление изоляции обмоток двигателя относительно корпуса. Двигатели, имеющие сопротивление изоляции ниже установленной нормы,

подвергают сушке. Производится замена двигателя на новый, если после сушки сопротивление изоляции не восстановилось. Остов и подшипниковые щиты осматривают в доступных местах на отсутствие трещин. При ревизии электрического монтажа коробки выводов проверяют состояние изоляторов, надежность их крепления к остову.

В коллекторном узле проверяют нажатие пальцев щеткодержателей; расстояние от корпуса щеткодержателя до рабочей поверхности и петушков; перекос щеткодержателя; зазоры между щетками и гнездами щеткодержателей; глубину выработки рабочей поверхности коллектора; глубину продорожки коллектора. Указанные параметры должны быть в пределах норм допусков и износов, заданных требованиями правил ремонта электрических машин электровозов. При смене щеткодержателей, пальцев кронштейнов и кронштейнов проверяют равномерность расположения щеток по длине окружности коллектора и правильность установки щеток на геометрическую нейтраль.

Изоляторы и пальцы протирают безворсовой салфеткой, смоченной в бензине. Изоляторы с повреждением глазури свыше 20 % длины заменяют, при меньших повреждениях разрешается их покрытие электроизоляционной эмалью ГФ-92ХС или КО-983.

Коллектор и его корпус протирают для удаления пыли, проверяют биение коллектора. При сколах щеток и следах кругового огня на коллекторе устраняют следы переброса электрической дуги. При необходимости зачищают и окрашивают корпус коллектора изоляционной эмалью. Проводят зачистку и шлифовку коллектора на вращающемся якоре, затем тяговый двигатель продувают сжатым воздухом давлением 0,25...0,30 МПа и проверяют сопротивление изоляции, которое должно быть не менее установленных норм.

Текущий ремонт ТР-2 предусматривает дополнительно к указанным выше работам съем с двигателя щеткодержателей для производства ревизии. Работы проводятся в следующем порядке.

Снимают крышку верхнего коллекторного люка, предварительно удалив с нее пыль или снег. Специальным односторонним ключом с зевом 27 мм через нижний коллекторный люк отвертывают шпильку отжимного устройства на траверсе в направлении «на себя», установив щель в месте разреза траверсы не более 2 мм. Ключом-трещоткой вывертывают болт фиксатора траверсы до выхода фиксатора из паза обоймы на остове. Фиксатор разворачивают на 180° и «утапливают» в пазе обоймы так, чтобы при повороте траверсы

избежать зацепления за пальцы щеткодержателей; отвертывают на два-три оборота болты прижимов траверсы, болты, крепящие выводные кабели к двум верхним кронштейнам. Кабели отводят от траверсы, поворачивая плавно ключом-трещоткой валик шестерни поворотного механизма, подводят к верхнему коллекторному люку щеткодержатели и производят необходимые работы.

В случае заедания траверсы при входе места разреза в зацепление для подвода щеткодержателей шестерню поворотного механизма вращают в обратном направлении. Зазоры между плоскостями фиксатора и накладки не допускаются.

Щеткодержатели регулируют на гребенке по высоте. Расстояние нижней части щеткодержателя от поверхности коллектора должно выдерживаться в пределах 3 ± 1 мм, так как при большем зазоре возможна вибрация щеток. На поверхности щеткодержателя не допускается наличие заусенцев, следов перебросов, трещин. Поврежденные корпуса и пальцы щеткодержателей заменяют новыми.

При смене щеткодержателей или деталей кронштейнов проверяют равномерность расположения щеток по диаметру коллектора, которая достигается подбором деталей. Допустимая разность расстояний между щетками соседних щеткодержателей составляет не более 1,5 мм.

Щетки со сколами, трещинами и предельным износом по высоте заменяют. При замене щеток предварительно следует пришлифовать их на специальном приспособлении, обеспечив прилегание не менее 75 % площади контактной поверхности каждой щетки. При отсутствии приспособления допускается проводить пришлифовку щеток мелкозернистой шлифовальной бумагой непосредственно в электродвигателе с обязательной продувкой после этого коллекторной камеры при открытых люках сухим сжатым воздухом давлением от 0,25 до 0,30 МПа. Применять для этой цели крупнозернистую шлифовальную бумагу не допускается, так как крупные частицы абразивного материала могут попасть на рабочую поверхность коллектора и повредить ее. При разрезных щетках давление нажимного пальца на обе половинки должно быть равномерным. Не допускаются перекос щеток, сколы, неравномерный или предельный износ по высоте.

Нажимные пальцы должны поворачиваться вокруг осей без заеданий. Перемещение щеток в гнездах должно быть свободным, но исключающим их перекос. Давление на щетки одного щеткодержа-

теля и щеткодержателей одной полярности во избежание неравномерного распределения тока не должно отличаться более чем на 10 %.

После замены элементов щеточного аппарата двигателя поворотом траверсы щетки выставляют на нейтраль; накладку выставляют по фиксатору, затем затягивают болты и, застопорив их подкладкой, закрепляют фиксатор.

Проверяют также состояние крепления межкатушечных соединений, выводных кабелей, перемычек траверсы, шунтов, щеток, крепление наконечников, состояние жил проводов у наконечников. При обрыве более 15 % жил проводов перемычки заменяют.

При повреждении слоя резиновой изоляции проводов разрешается ее восстановление с применением ленты натуральной резины и лакоткани. Обнаруженные перетирания вязок восстанавливают. Причины, вызвавшие перетирание изоляции кабелей, устраняют, усиливают изоляцию.

При проверке состояния лобовых частей компенсационной обмотки якоря, состояния бандажей и пазовых клиньев в случае обнаружения влаги внутри машины или при сопротивлении изоляции ниже нормы производят сушку изоляции.

При осмотрах якорных подшипников проверяют затяжку болтов на подшипниковых щитах и крышках, отсутствие механических повреждений, крепление пробок смазочных отверстий, лабиринтные уплотнения и определяют возможность выброса смазки.

Появление чрезмерных шумов в подшипниках, вибрации двигателя, нагревание подшипников выше допустимых норм свидетельствуют о порче подшипников. При этом требуется обязательная замена.

При установке на место крышек коллекторных люков убеждаются в плотности их прилегания к остову. Проверяют наличие болтов (пробок) в трубках для добавления смазки в якорные подшипники и надежность их крепления. В зимнее время дополнительно проверяют состояние снегозащитных устройств. При необходимости добавляют смазку в моторно-якорные подшипники.

Текущий ремонт ТР-3 выполняется в следующем порядке (основные работы):

– разборка тягового электродвигателя со снятием резинокордной муфты, подшипниковых щитов, выемкой торсионного вала и якоря;

– ремонт катушек полюсной системы остова, имеющих поврежденную изоляцию, с частичной или полной (при необходимости)

разборкой полюсной системы и частичной или полной (при необходимости) заменой изоляции;

– ремонт механической части остова с исправлением дефектных резьбовых и проходных отверстий, устранением забоин и других механических повреждений посадочных поверхностей;

– ремонт моторно-якорных подшипников, подшипниковых щитов и их крышек, лабиринтовых колец, крышек коллекторных люков и масленок, сеток, крепежных и других деталей;

– ремонт механической части якоря с заменой (при необходимости) зубчатого венца зубчатой муфты передаточного механизма, с восстановлением натягов сопрягаемых деталей согласно Руководству по ремонту и со сменой (при необходимости) лабиринтовых колец, подшипников и других деталей, не требующих при этом замены обмотки;

– восстановление прочности крепления якорной обмотки с заменой ослабших клиньев и поврежденных стеклобандажей, осуществление проточки, продорожки, снятия фасок и шлифовки коллектора;

– очистка якоря от эксплуатационных загрязнений, проверка и восстановление (при необходимости) сварных соединений обмотки якоря с коллектором;

– вакуум-нагнетательная или ультразвуковая пропитка якоря, проверка электрической прочности изоляции;

– динамическая балансировка якоря;

– ремонт щеткодержателей с разборкой и заменой негодных деталей или установка новых щеткодержателей;

– ремонт якорных подшипников качения или замена вышедших из строя новыми;

– сборка узлов и электродвигателей в целом, приемо-сдаточные испытания на стенде испытательной станции;

– восстановление маркировки, отделка и окраска.

При неудовлетворительном состоянии обмоток при любых пробегах остов ремонтируется капитальным ремонтом с полной сменой изоляции поврежденных катушек полюсов и компенсационных обмоток; якорь заменяется новым.

Разборка тягового электродвигателя. Поступивший в ремонт тяговый электродвигатель в собранном состоянии обмывается в моечной установке раствором моющего средства «Лабомид-101» или «Лабомид-102» и др. с предохранением от попадания грязи и моющего средства внутрь электродвигателя. Разрешается производить механическую очистку электродвигателя при помощи скребков, обтиркой и т.д.

Разборку электродвигателя рекомендуется производить на поточной линии, оснащенной специальным оборудованием и транспортирующими средствами, или на стационарных разборочных стендах, оборудованных средствами механизации. При разборке производятся следующие работы.

Снимают с остова заглушки, крышки коллекторных люков. Разбирают коробку выводов, снимают крышку, отсоединяют шины, снимают планки и вывертывают пальцы.

Гидропрессовым способом спрессовывается ступица резинокордной полумуфты *1* с конического конца торсионного вала (рис. 3.5). Снимают лабиринтное кольцо *3* и крышку подшипника *4*, устанавливают технологический стакан *5* и крышку *6*. Снимают кронштейны подвески тягового электродвигателя, крышку *9*, манжету *8* и упорное кольцо *7*. Из масляной камеры втулки якоря удаляют смазку путем наклона электродвигателя или другим способом.

Далее отсоединяют шунты, подходящие к двум верхним кронштейнам траверсы. При этом следует расстопорить траверсу, для чего ее проворачивают, вынимая все щетки из окон щеткодержателей, и подкладывают их под нажимные пальцы на щеткодержателях.

Тяговый электродвигатель устанавливают коллектором вниз (рис. 3.6). Выворачивают болты крепления подшипникового щита и с помощью выжимных болтов снимают подшипниковый щит *1*. Устанавливают технологическую втулку *3* и рым-болт *2*. Якорь вынимают и устанавливают коллектором вниз (рис. 3.7) на подставке с войлочной или резиновой прокладкой.

При помощи индукционного нагревателя снимают с вала внутренние кольца роликоподшипников, упорные и лабиринтные втулки. Постепенным подвертыванием 4 диаметрально противоположных болтов М20 производят выпрессовку втулки *3*, не допуская перекоса по посадочной поверхности.

Снимают резиновое кольцо *4*, вынимают торсионный вал *5* с зубчатой полумуфтой. Выпрессовывают манжету *6* и кольцо *7*, а также венец зубчатой полумуфты *8*, для чего в нем просверливают не менее трех отверстий диаметром 30 мм, расположенных под углом 120° на диаметре 324 ± 1 мм. Внутреннюю полость втулки вымывают керосином от смазки и очищают от металлической стружки.

Дефектация остова. Перед проведением дефектации остов очищают от эксплуатационных загрязнений в специальной моечной установке техническим моющим средством «МЛ-80» или вручную.

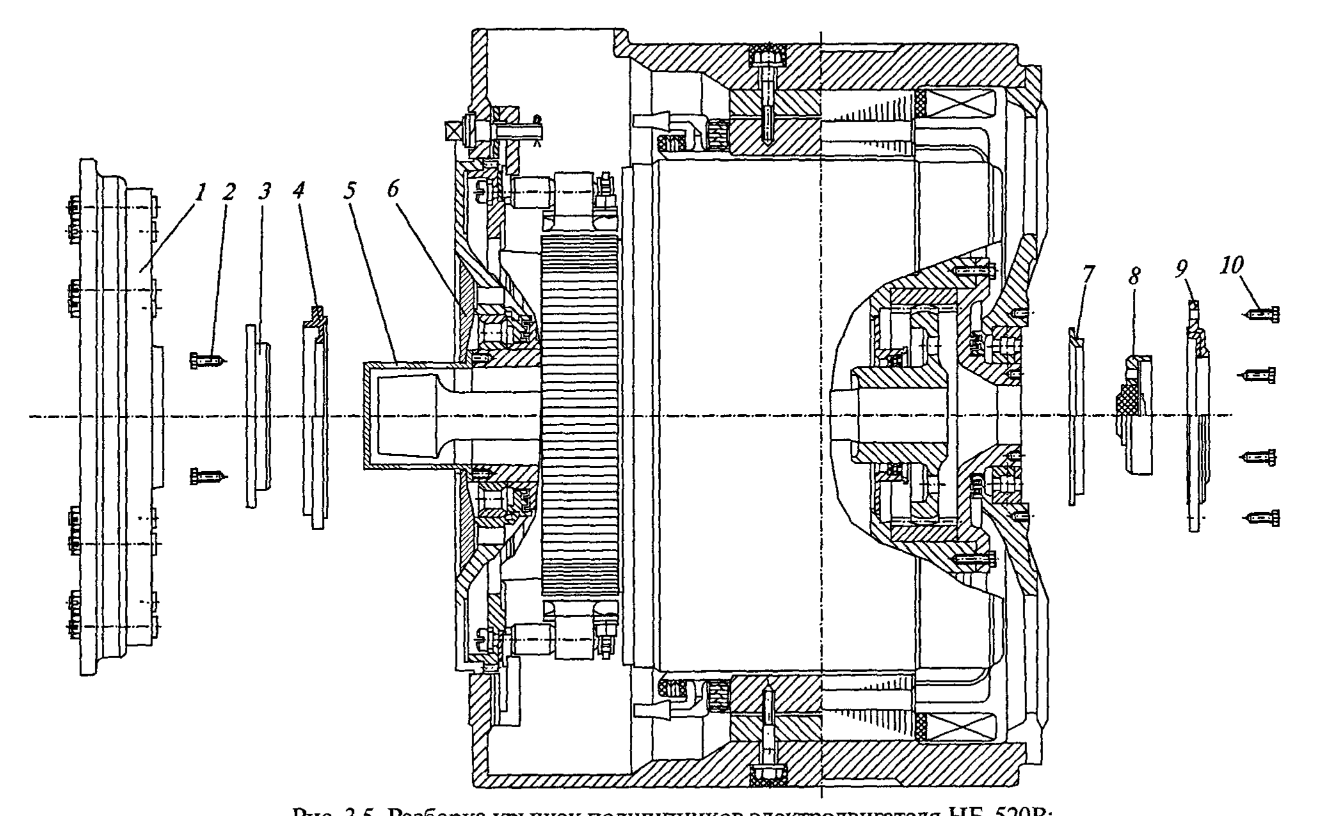


Рис. 3.5. Разборка крышек подшипников электродвигателя НБ-520В:
1 — полумуфта передаточного механизма; *2*, *10* — болт; *3* — лабиринтное кольцо; *4*, *9* — крышка подшипника; 5 — технологический стакан; *6* — технологическая крышка; *7* — упорное кольцо; *8* — манжета

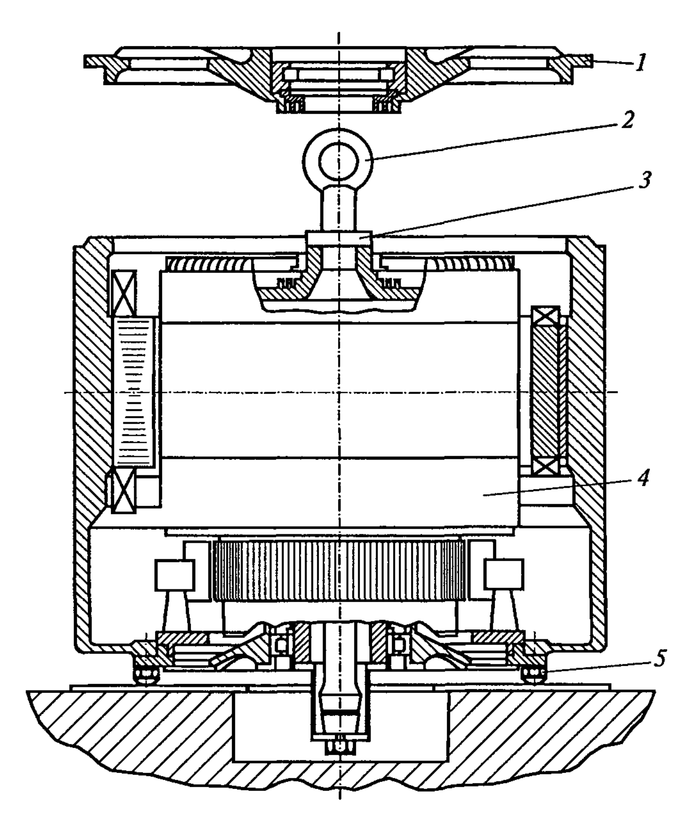


Рис. 3.6. Выемка якоря НБ-520В:
1 — подшипниковый щит; *2* — рым-болт; *3* — стакан; *4* — якорь; *5* — регулировочный болт

При внешнем осмотре магнитной системы остова в собранном виде особое внимание следует обращать на состояние изоляции катушек и выводов для выявления сколов, выжигов, механических повреждений изоляции, ослабление посадки катушек, дефектов сердечников полюсов.

При удовлетворительном состоянии изоляции и выводов катушек, сердечников полюсов магнитная система остова при пробегах до 2,4 млн км не разбирается, а при повреждении отдельных катушек производится замена только дефектных катушек.

Разборка остова с выемкой при необходимости компенсационной обмотки и полюсов выполняется с помощью специального ин-

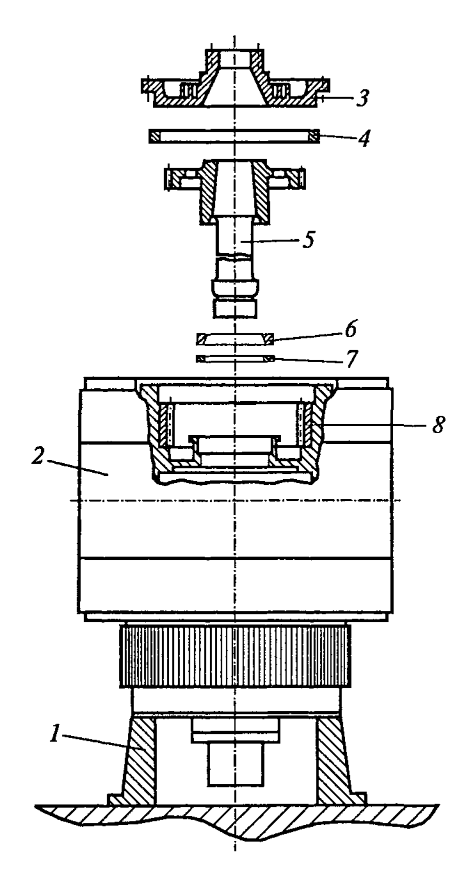


Рис. 3.7. Выемка торсионного вала НБ-520В:
1 — подставка; *2* — якорь; *3* — втулка; *4* — кольцо; *5* — торсионный вал; *6* — манжета; *7* — кольцо; *8* — венец зубчатой муфты

струмента и приспособлений. Сначала подрезают покровную изоляцию (стеклянная лента) катушки по всей длине паза и по периметру витка у выхода из паза с обеих сторон и вынимают из пазов главных полюсов катушки компенсационной обмотки при помощи специального приспособления или рычагов, установив между катушкой и рычагом резиновые прокладки. Выемку производят осторожно, стараясь не допускать повреждения изоляции и нарушения формы катушки. Катушки со значительным нарушением геометрической формы заменяют.

Отворачивают болты, снимают скобы, крепящие междукатушечные соединения. Отворачивая полюсные болты, поочередно вынимают манипулятором добавочные полюсы с катушками, затем главные полюсы. При необходимости сменить отдельный главный полюс предварительно вынимают из его пазов две катушки компенсационной обмотки и снимают два соседних добавочных полюса. Запрещается поднимать и перемещать катушки полюсов за выводные провода или шины. При необходимости разборки главных полюсов для ремонта катушек или сердечников полюсы выпрессовывают из окон катушек.

При необходимости ремонта катушек или сердечников добавочных полюсов эти полюсы разбирают в следующем порядке:

— отворачиваю винты, крепящие с помощью металлических прокладок катушку на полюсе;

— снимают металлические прокладки;

— выпрессовывают сердечник из окна катушки.

Остов с трещинами длиной более 600 мм или при величине износа у основания выступа подвески более 25 % сечения подлежит замене. Все прочие трещины в любой части остова допускается заварить электросваркой. Сквозные трещины в остове вырубают и заваривают с обеих сторон стенки. Сварочные швы зачищают заподлицо с поверхностями остова.

Проверяют износ сопрягаемых посадочных поверхностей остова, натяг и отклонение от параллельности в их соединениях. Проверяют проходные и резьбовые отверстия остова:

— замеряют диаметры отверстий в остове под полюсные болты;

— замеряют расстояния между осями отверстий под болты главных и добавочных полюсов по окружности остова (наибольшее отклонение от номинального размера $\pm$ 0,8 мм);

— проверяют калибрами, соответствующими полю допуска резьбы 7Н, резьбовые отверстия остова.

Измеряется диаметр расточки остова под главные и добавочные полюсы; диаметр расточки должен быть $940^{+0,14}$ мм.

При необходимости, при помощи специального приспособления, измеряется расстояние от оси вращения до привалочных поверхностей под главные и добавочные полюсы.

Поверхности остова, если их износ не превышает установленных норм, ремонтируются без наплавки:

— сопрягаемые и посадочные поверхности остова для устранения отклонения от параллельности и неравномерности выработки обрабатывают на станке с одной установки в пределах допускаемых ремонтных размеров и натягов, оставляя контрольные черновины площадью не более 10 %;

— задиры, раковины и овальность горловин остова под подшипниковые щиты устраняют расточкой в пределах чертежных размеров.

Торцы горловин, имеющие выработку в пределах ремонтных размеров проверяют на станке с минимальным снятием стружки. На цилиндрических и торцовых поверхностях при обработке без наплавки оставляют контрольные черновины не более 1/8 длины окружности.

Остовы, износ которых превышает установленные нормы, а также имеющие трещины, восстанавливают заваркой или электронаплавкой поврежденных мест, руководствуясь требованиями (п. 10) Инст-

рукции по сварочным и наплавочным работам при ремонте тепловозов, электровозов, дизель- и электропоездов ЦТ-336, при этом:

– все резьбовые отверстия с поврежденной или не соответствующей калибру резьбой, а также проходные отверстия, имеющие выработку по диаметру или овальность более 1 мм, должны быть заварены, старая резьба предварительно снята;

– внутри и снаружи остова приваривают сорванные скобы, бобышки, упоры, крючки;

– сварные швы после сварки зачищают и проверяют визуально.

Остов после выполнения всех сварочных и наплавочных работ подвергается механической обработке. Заваренные и наплавленные места обрабатывают до размеров новой детали с соблюдением следующих требований:

– ровную опорную поверхность под полюсы обеспечивают обработкой заваренных мест с внутренней стороны остова;

– обработку на станке привалочных и замковых плоскостей остова выполняют с одной установки;

– обработку торцов и расточку горловин под подшипниковые щиты производят с одной установки с обеспечением параллельности между собой торцов этих горловин;

– горловины остова под подшипниковые щиты растачивают концентрично поверхностям прилегания сердечников полюсов в соответствии с требованиями чертежа;

– заваренные резьбовые и проходные отверстия сверлят по кондуктору согласно чертежу.

Внутреннюю поверхность остова покрывают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС.

При ремонте остовов, у которых полюсы не демонтировались, учитывают следующие требования:

– при необходимости выполнения отдельных работ по сварке снаружи и внутри остова производят удаление изолированных частей от мест соприкосновения с нагреваемым металлом, остальные изолированные части и обработанные поверхности, расположенные вблизи места сварки, закрывают асбестовым листом;

– во время механической обработки остова полюсы и катушки защищают от попадания на них стружки и металлической пыли;

– подгонку посадочных мест подшипниковых щитов в горловины остова с установленным натягом производят за счет наплавки и обработки подшипниковых щитов.

Крышки коллекторных люков осматривают, проверяя их соответствие чертежам. Изношенные войлочные прокладки крышек заменяют. Срубают заклепки и снимают старые прокладки, зачищают поверхности крышек. Новые прокладки вырезают из технического грубошерстного войлока согласно чертежам и приклеивают к крышке по всей поверхности прилегания клеем.

Заменяют поврежденные детали крышек коллекторного люка (планки, ручки и др.), негодные детали срубаются. Новые планки, ручки приваривают электросваркой.

Внутренние поверхности крышек коллекторных люков окрашивают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС.

Подшипниковые щиты и крышки тщательно осматривают для выявления трещин, отколов и других повреждений. Подшипниковые щиты, у которых выявлены сквозные радиальные трещины, идущие от посадочной поверхности в остов до посадочного места под подшипник, подлежат замене новыми. Все прочие трещины в подшипниковых щитах и крышках подшипников заваривают электродуговой сваркой. Сварочные швы зачищают заподлицо с основными поверхностями.

Определяя износ посадочных поверхностей подшипниковых щитов, измеряют в каждом подшипниковом щите диаметр поверхности под посадку в остов и диаметр гнезда под посадку роликоподшипника. Со стороны коллектора в подшипниковых щитах замеряют диаметр расточки под установку траверсы. Замеры посадочной поверхности производят по двум взаимно-перпендикулярным диаметрам. Средний диаметр измерения вычисляется как полусумма двух диаметров.

Определяют также износ поверхностей под крепежные болты в подшипниковых щитах измерением толщины щита в местах отверстий для болтов, крепящих щит к остову, и диаметр проходных отверстий под болты крепления щита к остову.

Измеряют размер от торца упора подшипникового щита в остов до торца упора подшипника в щит. Определяют износ поверхностей крышек подшипников и упорных колец; проверяют во внутренних крышках подшипников диаметр упорной части крышки под посадку в подшипниковый щит, в наружных крышках — диаметр посадочной поверхности в щит и диаметр проходных отверстий под болты.

Проверяют состояние лабиринтных поверхностей крышек подшипников и подшипникового щита со стороны коллектора. Разрешается оставлять без исправлений раковины в лабиринтных нитках длиной не более 3 мм каждая, при общей длине раковин на одной нитке не более 5 %. При этом не должно быть совпадения раковин на двух смежных нитках лабиринта.

В подшипниковых щитах и крышках подшипников, износ которых превышает нормы, а также имеются трещины и дефекты резьбы, производят заварку или наплавку. После выполнения сварочных работ (заварка трещин, наплавка посадочных поверхностей щитов в остов, наплавка посадочных поверхностей гнезд под роликовые подшипники, наплавка лабиринтов, заварка отверстий) щиты и крышки подвергают механической обработке.

Заваренные и наплавленные места обрабатывают с соблюдением следующих требований:

– привалочные и посадочные места обрабатывают с одной установки с обеспечением концентричности цилиндрических поверхностей и перпендикулярности их к торцовым поверхностям;

– при обточке подшипниковых щитов выдерживается размер от торца упора подшипника в щит до торца упора щита в остов;

– наплавленные поверхности в подшипниковых щитах и крышках подшипников обтачивают по месту соответственно размерам сопрягаемых деталей (горловин остова или подшипниковых щитов) и требуемым посадкам;

– гнезда под роликовые подшипники в подшипниковых щитах и крышках, а также лабиринты крышек растачивают до размеров новой детали;

– наплавленные и заваренные места, не подвергающиеся обработке, зачищают заподлицо с поверхностью щита или крышки;

– заваренные отверстия сверлят и в них нарезают резьбу согласно чертежу.

После механической обработки внутренние необработанные поверхности подшипниковых щитов покрывают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС. Подшипниковые щиты и крышки передают на сборку.

Сердечники главных и добавочных полюсов. При осмотре сердечников проверяется высота сердечников главных и добавочных полюсов, проверяются профили башмака главного полюса на соответствие чертежу. Обращают внимание на прочность соединения лис-

тов заклепками. Расслаивание и расслабление листов сердечника, ослабление крепления латунных наконечников добавочного полюса, трещины и излом в боковинах и латунных наконечниках не допускаются. Концы стержней и головки заклепок не должны выступать за плоскость боковины. Опорная поверхность должна быть чистой, без выступов и заусенцев.

Углы в местах посадки катушек должны быть с радиусами закругления по чертежу. Подлежат замене боковины, имеющие изломы, трещины и отколы, стержни, у которых хотя бы в одном резьбовом отверстии обнаружено несоответствие резьбы М20 калибру, соответствующему полю допуска резьбы 7Н, или срыв более одной нитки резьбы в одном отверстии, и наконечники добавочных полюсов, имеющие изломы, трещины и отколы.

Ослабление боковин, незначительное расслаивание листов, а также изгибы кромок в башмаках устраняют правкой и перепрессовкой сердечников. При наличии значительных вмятин, повреждений и выжига листов сердечники подлежат переборке.

Сердечники главных полюсов, имеющие значительные вмятины, изломы и изгибы кромок листов в башмаках и пазах под компенсационную обмотку, обгар и перекос пазов, расслаивание части листов, подвергают полной переборке. Поврежденные полюсные листы при необходимости заменяют новыми. Размер и конфигурация новых листов, укладываемых взамен негодных, должны соответствовать чертежам для новой детали. Усилие опрессовки сердечника должно быть в пределах 1471...1570 кН. Негодные наконечники добавочных полюсов заменяют с постановкой новых заклепок.

Тщательно зачищают поверхности прилегания полюсов к остову и опорные поверхности под катушки, пазы под компенсационную обмотку, обоймы под катушки добавочных полюсов. Опиливают заусенцы, острые кромки пазов и ступеней башмака главного полюса. Размеры полюсов контролируют на соответствие чертежу.

Катушки полюсов проверяются на междувитковое замыкание на импульсной установке.

Тщательным внешним осмотром проверяют состояние изоляции катушек полюсов, отсутствие повреждений и выжигов покровной и корпусной изоляции. Осматривают выводы катушек полюсов; проверяют исправность изоляции шунтов; пайку наконечников шунтов и состояние контактных поверхностей наконечников.

В зависимости от пробегов в эксплуатации и дефектов по результатам дефектации определяется объем ремонта катушек полюсов:

— катушки главных полюсов, у которых выявлены повреждения изоляции или выводов, ремонтируют с полной заменой корпусной и междувитковой изоляции и выводов;

— катушки добавочных полюсов, у которых выявлены междувитковые замыкания и повреждения корпусной изоляции или выводов, ремонтируют с полной заменой корпусной и междувитковой изоляции и выводов.

Траверса со щеткодержателями. Траверса, кронштейны и накладки осматриваются с целью обнаружения в них трещин, отколов, износа гребенки и резьбы шпилек кронштейнов. Для определения необходимого ремонта траверсу (см. рис. 1.7) разбирают, сняв соединительную шину, щеткодержатели *4* и кронштейны *2*. Для этого отворачивают гайки, крепящие пальцы, и снимают их с траверсы. Обод и зубья траверсы очищают от смазки, промывают в керосине и протирают чистыми сухими салфетками.

Калибрами проверяют резьбовые отверстия в траверсе и кронштейнах. Повреждения в траверсе и кронштейнах устраняют заваркой. Траверса с поврежденными зубьями подлежит замене. Места отколов и трещин в траверсе и кронштейнах разделывают под электросварку, после чего рассверливают резьбовые отверстия с негодной резьбой, срубают сварку в торце шпильки М16 кронштейна, вывертывают негодную шпильку и заменяют ее новой, срубают также негодную подкладку траверсы. Торец шпильки М16 в кронштейне обваривают кругом.

При заварке и наплавке поврежденных деталей руководствуются Инструкцией по сварочным и наплавочным работам ЦТ-336.

На станках обрабатывают все посадочные и сопрягаемые поверхности, сверлят заваренные резьбовые отверстия. При этом диаметры посадочных поверхностей траверсы, размеры ниток гребенок кронштейнов и других сопрягаемых поверхностей траверсы и кронштейнов, а также резьба должны быть восстановлены согласно чертежам новой детали. Отремонтированную траверсу, за исключением зубьев, покрывают красной эмалью ГФ-92ХС.

В гребенке кронштейнов допускается оставлять без исправлений срыв ниток не более 5 % общей площади ниток. При большем износе гребенку следует восстановить электронаплавкой с последующей

обработкой. Шпильки кронштейнов с поврежденной резьбой заменяют новыми.

Осматривают пальцы кронштейнов щеткодержателей. Пальцы, имеющие прогары прессмассы, трещины, поврежденную резьбу шпилек, заменяют. Царапины и подобные легкие повреждения поверхности изоляции пальцев устраняют обработкой шлифовальной бумагой. Калибруется и контролируется резьба М24 шпилек пальцев.

Пальцы кронштейнов щеткодержателей сушат и проверяют сопротивление изоляции каждого пальца кронштейна по отношению к корпусу. Величина сопротивления изоляции, измеренная мегомметром на напряжение 2500 В, должна быть не ниже 100 МОм. Электрическую прочность изоляции пальцев испытывают напряжением 5,5 кВ промышленной частоты в течение 1 мин. Пальцы, получившие пробой изоляции при испытании, а также имеющие сколы, трещины и выжиги или сорванную резьбу, заменяют новыми.

Поверхности изоляторов пальцев покрывают красной эмалью ГФ-92ХС.

Проверяют шарнирное соединение траверсы, исправность резьбы М16 цилиндрических шарниров, шпильки и гаек, свободное вращение шпильки в шарнирах. Обнаруженные дефекты устраняют или шарнирное соединение заменяют новым.

Проверяют состояние выводных соединительных шин. Дефектную изоляцию шин восстанавливают или полностью заменяют. При наличии изломов меди, выжигов отводов шин поврежденные части вырубают и шины восстанавливают согласно чертежу новой детали или заменяют новой.

Сборку траверсы начинают с установки шпильки с цилиндрическими шарнирами разжимного устройства. Шпилька должна свободно проворачиваться в шарнирах, при этом разжимное устройство должно обеспечивать увеличение щели в разрезе кольца траверсы до размера не менее 5 мм и уменьшение до размера не более 3 мм. Шарниры закрепляют гайками М16, подложив под гайки шайбы. После плотного завинчивания гаек их раскернивают в трех точках с диаметром отпечатка кернера не менее 3 мм. После установки разжимного устройства смещение кромки «И» относительно кромки «К» не должно превышать 1 мм.

На траверсе устанавливают стопор, подкладывают под него 4 стальные планки. Стопор крепится двумя болтами М6 × 30.

На подкладку траверсы устанавливают накладку, закрепляя ее двумя болтами М16 × 30, под головки болтов устанавливают подкладку.

Пальцы кронштейнов щеткодержателей устанавливают на траверсу, ввертывая их шпильки в отверстия М24 × 1,5, предварительно подложив прокладки. Соединительную шину укладывают в траверсу и закрепляют скобами и болтами М10 × 35, подложив под головки болтов пружинные шайбы. В местах фиксации скобами шину обертывают изоляционной прокладкой из электронита размером 0,5 × 60 × 160 мм. При фиксации шины и отводов от нее не допускаются касания окон траверсы, выдерживается зазор между шиной и стенкой окна не менее 2 мм; выступание шины и головок болтов за поверхность траверсы не допускается.

Отводы от шины присоединяют к кронштейнам траверсы, накладывая на концы отводов контактные планки, и крепят болтами М10 × 25 мм. Под головки болтов подкладывают пружинные шайбы.

В собранной траверсе поверхности всех деталей разжимного устройства покрывают красной эмалью ГФ-92ХС.

Щеткодержатели разбираются со снятием нажимного механизма. При этом очищают и проверяют годность нажимных пальцев, осей, пружин щеткодержателя, амортизаторов.

Корпус щеткодержателя осматривают для выявления трещин, износа гребенки. Щеточные гнезда в корпусе проверяют шаблоном, резьбовые соединения — калибром. Восстановление размеров гнезда под щетки обжатием в горячем и холодном состоянии запрещается.

После разборки и дефектации деталей щеткодержателя производят зачистку нажимных пальцев щеткодержателей. В случае значительного обгара нажимной палец заменяют новым.

Амортизатор нажимного пальца щеткодержателя снимают и приклеивают новый. Предварительно зачищают конец пальца и протирают его и новый амортизатор салфеткой, смоченной в бензине. Склеиваемые поверхности пальца и амортизатора покрывают клеем 88 НП дважды через 5...10 мин. Сушат палец с амортизатором на воздухе 24 ч.

Пружины с трещинами, не соответствующие характеристикам, заменяют новыми.

Разработанные резьбовые отверстия в корпусе щеткодержателя восстанавливают наплавкой латунью ЛЦ 40 Сд с последующим сверлением и нарезкой новой резьбы согласно чертежу. При обработке устраняют неравномерную выработку в окнах корпуса щеткодержа-

теля. Для того чтобы восстановленные корпуса щеткодержателей после нанесения металла и протяжки имели размеры окон, соответствующие размерам щеток, расстояние от вершины зубьев гребенки щеткодержателя до оси его окна следует выбирать в соответствии с нормами, указанными в Приложении 10. Отклонение от параллельности плоскости гребенки и граней окна щеткодержателя не более 0,2 мм.

Резьба на регулировочных винтах и сухарях цилиндрических пружин нажимного механизма калибруется и контролируется.

Восстанавливают антикоррозионное покрытие ремонтируемых деталей щеткодержателей. Перед сборкой корпус отремонтированного или нового щеткодержателя покрывают красной эмалью ГФ-92ХС (наружную поверхность два раза, внутренние поверхности один раз). Обработанные и контактные поверхности не окрашивают.

Перед сборкой щеткодержателя предварительно смазывают пастой ВНИИНП-232 оси, отверстия в нажимных пальцах и корпусе щеткодержателя, резьбу на регулировочных винтах и сухарях спиральных пружин нажимного механизма. В случае замены корпуса щеткодержателя новым в корпусе размечают места под четыре отверстия для шплинтов диаметром 3,3 мм. При этом выдерживают размер от оси отверстия под штифт до торца корпуса (Приложение 10). Отверстия под шплинты сверлятся совместно в корпусе и осях, в отверстиях корпуса со стороны разводки шплинтов делают зенковку фаски $0{,}5 \times 90°$.

Оси стопорят шплинтами и разводят концы шплинтов так, чтобы концы шплинтов не касались нажимных пальцев. В собранном щеткодержателе нажимные пальцы не должны иметь заеданий при подъеме и опускании.

После установки щеток, регулировочных винтов регулируют винтами давление пружин на щетки. Нажатие пружины на каждую элементарную щетку должно быть в пределах 13,7...15,6 Н. При этом разность между давлениями на элементарные щетки, расположенные в одном окне, не должна быть более 10 %. В случае если давление не поддается регулировке, пальцы с пружинами снимают со щеткодержателя, заменяют пружины другими и вновь производят регулировку до получения нужной величины давления.

Повреждения ниток гребенки корпуса щеткодержателя устраняют наплавкой. Допускается оставлять без исправления срыв ниток не более 5 % общей площади гребенки щеткодержателя.

Монтаж щеткодержателей в траверсе начинается с установки на шпильки кронштейнов и закрепления их гайками М16 с подкладкой под гайки одной специальной плоской и одной пружинной шайбы. Затяжка гайки производится моментом, обеспечивающим осевую силу 9,8 кН. Гайка ставится на краснаую эмаль ГФ-92ХС с последующей окраской верхней части шпильки.

Шунты щеток крепятся винтами М8 × 16, при этом под головки винтов подкладывают пружинные шайбы. Шунты скручивают между собой по всей длине двумя оборотами. Шунты двух соседних щеток, расположенных со стороны, противоположной траверсе, перекручиваются между собой одним оборотом. Применяют щетки ЭГ61А, которые устанавливают в окна щеткодержателей. Свисание шунтов в сторону траверсы и петушков не допускается. Шунты щеток не должны находиться под амортизаторами нажимных пальцев.

Следует проверить точность установки щеткодержателей по следующим параметрам:

– неравномерность расположения осей окон щеткодержателей под щетки по окружности диаметром 520 мм не более 1 мм;

– отклонение от параллельности поверхности щеткодержателя относительно поверхности барабана приспособления (рабочей поверхности коллектора) не более 0,7 мм;

– отклонение от параллельности продольной оси щеткодержателя относительно продольной оси барабана приспособления (коллектора) не более 1 мм.

Отклонения от указанных допусков устраняются путем подбора щеткодержателей и кронштейнов.

Дефектация якоря служит для определения состояния узлов и сборочных единиц якоря. При этом проверяется состояние лобовых частей якоря, бандажей, вала, пакета сердечника, коллектора; отсутствие выжига изоляции, железа сердечника, меди коллектора и обмотки. Бандажи и клинья крепления обмотки следует обстучать молотком массой 200 г на отсутствие ослабления бандажей и клиньев.

Очистку якоря необходимо производить техническим моющим средством «МЛ-80».

При отсутствии специальной моечной установки после выемки якоря из остова и продувки сжатым воздухом его устанавливают на опоры и вручную техническими салфетками, смоченными в ксило-

ле, очищают от грязи и масла все доступные поверхности, включая поверхности нажимной шайбы, конуса коллектора, вентиляционных каналов сердечника, головки якорных катушек в задней лобовой части. В случае наличия на них слоя смазки с графитовой пылью для очистки допускается применять деревянный скребок, не повреждая изоляцию головок.

Затем измеряют диаметр шеек вала под упорные, лабиринтные втулки и внутренние кольца роликоподшипников, диаметры и длину коллектора по рабочей части и петушкам.

На стендах дефектоскопии валов проверяют шейки валов под внутренние кольца подшипников и наружные поверхности внутренних колец подшипников качения. На основе результатов проверки, испытаний и измерений, а также сведений о пробегах в эксплуатации определяют объем ремонта каждого якоря.

Устраняют задиры, риски, отклонение от округлости, конусообразность и сверхдопустимый износ на шейках вала путем вибродуговой наплавки под слоем флюса в соответствии с Инструкцией по сварочным и наплавочным работам ЦТ-336 или применяя хромирование с последующей токарной обработкой до размеров новой детали либо проточку до следующего ремонтного размера. Промежуточные размеры не допускаются. Для всех ремонтных размеров должен соблюдаться допуск на обработку, как для нового вала. После восстановления наплавкой или хромированием посадочных мест под внутренние кольца роликоподшипников, упорные и лабиринтные втулки должны быть обеспечены размеры новой детали. После проточки переходные галтели и размеры вдоль оси вала должны соответствовать чертежу новой детали.

Допускается оставлять без исправления шейки вала, имеющие продольные риски, мелкие вмятины и раковины в местах посадки роликовых колец, лабиринтных и упорных втулок глубиной до 0,1 мм (не более трех) и отклонение от округлости и конусообразность в пределах норм.

Заусенцы, забоины, завальцовку на поверхности пакета сердечника устраняют опиловкой и зачисткой.

Стеклобандажи якорей заменяются при наличии следующих дефектов:

— ожог дугой высокого напряжения;

– глухой звук при обстукивании молотком массой 200 г вследствие отслоения бандажа от якорных катушек на длине более 1/3 окружности бандажа;

– поперечные трещины, надрыв и вырывы отдельных волокон или полосок по окружности;

– продольные (вдоль волокон) трещины шириной более 0,5 мм, длиной более 300 мм и глубиной более 1 мм;

– разрушение волокон нитей на кромках бандажей.

Петушки коллектора подваривают при выявлении видимых дефектов сварки, а также при измерении падения напряжения между соседними пластинами, если отклонения от средней величины замеров превышают 20 %.

Обмотку якоря после текущего ремонта ТР-3 и при смене бандажа пропитывают в лаке КО-916К. Перед пропиткой изоляция якоря испытывается относительно корпуса переменным напряжением 5 кВ частотой 50 Гц в течение 60 с. Изоляция якоря испытывается между витками импульсным напряжением 0,4...0,5 кВ на виток в течение 1...5 с.

Якорь также проверяется на стенде электрических испытаний. Измеряется сопротивление обмотки якоря по отношению к корпусу мегомметром на напряжение 2500 В. Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 20 МОм.

Сопротивление постоянному току обмотки якоря измеряется при помощи измерительного моста. Величина сопротивления обмотки при температуре 20 °С должна быть в пределах 0,0121 ± 0,00061 Ом.

Следует проверить обмотку якоря на междувитковое замыкание импульсным напряжением 400...500 В в течение 1...2 с.

Якори электродвигателей, пришедших в ремонт с пробегом до 1,2 млн км от начала эксплуатации или последнего капитального ремонта, ремонтируются без замены обмотки с пропиткой. Якори с пробегом 2,4 млн км и выше ремонтируются с полной сменой обмотки якоря.

Якорь подлежит капитальному ремонту с заменой изоляции независимо от пробега в эксплуатации в случае выявления следующих дефектов:

– пробой изоляции на корпус или между витками катушек;

– выжиг, оплавление меди коллектора, обугленная или сильно высушенная изоляция, повреждения головок катушек якоря;

– повреждение сердечника якоря, коллектора или нажимной шайбы, для устранения которого необходима разборка якоря.

Сборка тягового электродвигателя. Все детали тягового электродвигателя осматриваются, удаляется стружка, грязь, зачищаются заусенцы мелкозернистой шлифовальной шкуркой, детали протираются техническими салфетками.

Проходные отверстия под болты и заклепки при относительном их смещении в соединяемых деталях исправляют рассверливанием или развертыванием или заваривают и вновь просверливают. Раздача отверстий (увеличение) с помощью оправки не допускается.

Резьба болтов, гаек и отверстий для крепления полюсных сердечников, подшипниковых щитов и крышек, валов, коллекторов, фланцев щеткодержателей и кожухов проверяется резьбовыми калибрами степени точности 7Н.

Не допускается ввертывание завышенных по длине болтов или нормальных болтов в заниженные по глубине нарезки отверстия.

Посадочные поверхности подшипниковых щитов и крышек подшипников протираются технической салфеткой, смоченной в нефрасе. Цилиндрические поверхности внутренних крышек подшипника, прилегающие к подшипниковому щиту, смазывают густотертыми цинковыми белилами МА-011-1. Монтаж подшипниковых щитов и запрессовка подшипников производится в следующем порядке:

— подшипниковые узлы электродвигателя заправляются смазкой Буксол;

— трубки и подшипниковые камеры продуваются сжатым воздухом;

— масляная трубка заполняется смазкой Буксол до появления смазки в камере.

Внутренние крышки устанавливаются в подшипниковые щиты.

При подготовке роликоподшипников к запрессовке в подшипниковые щиты проверяют номера наружных обойм подшипников, протирают насухо безворсовой чистой салфеткой все поверхности роликоподшипников и посадочные поверхности подшипниковых щитов смазывают тонким слоем индустриального масла И20А, а ролики — тонким слоем смазки Буксол.

Запрессовка роликоподшипников в подшипниковые щиты производится на специальном прессе с соблюдением натяга в пределах: со стороны коллектора — от плюс 0,033 до минус 0,043 мм, а со стороны, противоположной коллектору, — от плюс 0,036 до минус 0,051 мм. При запрессовке не допускаются перекосы наружного кольца под-

шипника, задиры на посадочной поверхности, загрязнения смазки, удары по подшипнику и запрессовочной планшайбе. Пространство между роликами подшипников заполняется смазкой Буксол.

На подшипниковые щиты устанавливают технологические наружные крышки и временно закрепляют в щитах болтами М16, подкладывая шайбы. При этом со стороны коллектора крышка должна поджимать в одной плоскости наружное и внутреннее кольца подшипника. Крышки на смотровые люки на подшипниковом щите устанавливают со стороны коллектора и крепят болтами М8 × 16, подкладывая шайбы.

Полюсы крепят болтами М20 × 80 с пружинными шайбами. Проверяют равномерность расположения главных полюсов по окружности расточки остова, измеряя расстояние между каждыми двумя соседними полюсами. Отклонение значений не должно превышать 1 мм. Расстояние между главными полюсами по диаметру расточки остова измеряют штихмассом. Болты крепления главных полюсов при необходимости дополнительно подтягиваются.

Выводы катушек главных полюсов соединяют последовательно с помощью специальных зажимов и подсоединяют к источнику тока. Включается источник тока с установленной силой тока 50 А, и компасом проверяются катушки главных полюсов на полярность.

Добавочный полюс закрепляют одним болтом М16 × 115 с шайбами. Второй болт вворачивают с шайбой вместо направляющей шпильки. Равномерность расположения добавочных полюсов по окружности расточки остова проверяется измерением расстояния между главными и добавочными полюсами. Отклонения этих значений не должны превышать 1 мм. Штихмассом измеряют расстояние между добавочными полюсами по диаметру расточки остова. Шесть главных и добавочных полюсов окончательно крепят болтами.

Катушки испытывают на прочность витковой изоляции импульсным напряжением 0,15 кВ в течение 15...20 с и изоляции относительно корпуса напряжением 7 кВ частоты 50 Гц в течение 60 с.

Поверхности пазов главных полюсов под укладку компенсационной обмотки последовательно покрывают компаундом 110, и в них последовательно укладывают угловую, корпусную и защитную изоляцию.

В пазы полюсов вкладывают и осаживают катушки компенсационной обмотки; вдоль паза обрезают изоляцию. Пазовые поверхности ветвей катушки покрывают компаундом 110. В каждый паз ниж-

них полюсов, промазанных компаундом 110, укладывают прокладки под клинья (по три клина в паз). Для плотности посадки клиньев число прокладок под клин регулируется по месту. Лобовые части обмоток для защиты от повреждений закрывают электрокартоном.

Расклиновка всех катушек в пазах главных полюсов производится при повороте остова. Катушки соединяются между собой последовательно; витковая изоляция испытывается на прочность импульсным напряжением 0,15 кВ в течение 15...20 с и относительно корпуса — напряжением 7 кВ частоты 50 Гц в течение 60 с.

Катушки компенсационной обмотки соединяются пайкой с катушками добавочных полюсов. Изолированные соединения катушек компенсационной обмотки покрывают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС.

Выводы катушек главных и добавочных полюсов спаивают между собой. Выводы катушки главного полюса № 2 спаивают с выводной шиной С1. Изоляцию накладывают с перекрытием 1/2 ширины ленты: пять соединений катушек главных полюсов между собой, два соединения катушек добавочных полюсов между собой и два соединения выводных кабелей С1, С2 и Д2 с выводами катушек главных полюсов. Все изолированные соединения покрывают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС.

Соединения катушек главных полюсов закрепляют в шести местах, соединения катушек компенсационной обмотки — в трех местах скобами и болтом М12 × 30 с пружинной шайбой, предварительно заизолировав скобы прокладками из электронита размером 0,5 × 60 ± 1, 5 × 360 ± 1,15 мм. Допускается крепежные скобы менять местами.

Кабели катушек добавочных полюсов крепят в шести местах скобами и болтами М12 × 25 с шайбами, предварительно заизолировав скобы прокладками из электронита размером 0,5 × 60 ± 1; 5 × 360 ± 1,15 мм.

Клицами к остову прикрепляют выводные шины. Устанавливают коробку выводов, предварительно привалочную поверхность коробки покрывают цинковыми белилами МА-01-1. При необходимости устанавливают технологические кабели, прикрепляя их к планкам пальцев.

Установка в остове деталей стопорного устройства траверсы начинается с установки валика в отверстие остова. Предварительно заполняют выточку валика и смазывают его боковые поверхности, сопрягаемые с остовом, пастой ВНИИНП-232. На квадрат валика устанавливают шестерню и крепят ее гайкой с шайбами, зашплинтовывая шплинтом 5 × 45.

В остове устанавливают три обоймы: в двух обоймах размещают по одной накладке, а в третьей — фиксатор. В каждую накладку вворачивают по одному болту.

Внутренние поверхности остова согласно чертежу окрашивают красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС.

Электрическая прочность изоляции собранного остова по отношению к корпусу испытывается переменным напряжением частоты 50 Гц в течение 60 с: 7 кВ — для капитального ремонта; 6 кВ — для среднего ремонта. В случае выявления при испытании дефектных катушек, их заменяют исправными, проводят восстановление изоляции соединений и повторные испытания.

Остовы, у которых полюсы не демонтировались, должны испытываться по программе испытаний ТР-3.

Для установки зубчатой полумуфты в якорь устанавливают технологический стакан с обеспечением герметичности соединения стакана и втулки якоря, а также самого стакана. Якорь располагают коллектором вниз. Осматривают состояние поверхности под посадку манжеты, зубья венца зубчатой муфты. Дефекты на поверхности зубьев и наличие лаковой пленки не допускаются. В стакан вставляется кольцо и запрессовывается манжета.

В якоре устанавливают зубчатую полумуфту с торсионным валом. Перед установкой конусную часть вала и ступицу зубчатой полумуфты смазывают. Проверяют возможность свободного осевого и углового перемещения зубчатой полумуфты по зубьям венца. На торцы зубьев полумуфты и венца наносят маркировку для обеспечения сохранения взаимного расположения зубьев при последующих разборках—сборках.

После этого устанавливается и запрессовывается втулка; при этом не допускается перекос втулки по посадочной поверхности. Плотность посадочной поверхности втулки проверяют на непроницаемость под давлением воздуха 0,4...0,6 МПа в течение 10...15 мин. Контроль производится по манометру или мыльной воде по разъему поверхностей втулок и вокруг болтов, крепящих втулки между собой.

Остов с собранной магнитной системой устанавливают вертикально стороной коллектора вверх, осуществляют продувку сухим сжатым воздухом. Затем осматривают внутренний монтаж, крепление выводов, качество внутренней окраски. Выточку в траверсе заполняют пастой ВНИИНП-232, щетки вынимают из щеткодержателей.

В горловину остова стороны коллектора устанавливают индукционный нагреватель, горловина нагревается до температуры 120...150 °С, после чего нагреватель снимают. Малый подшипниковый щит со стороны коллектора устанавливают в нагретую горловину и крепят двенадцатью болтами М20, под головки болтов подкладывая пружинные шайбы.

Якорь устанавливают в остов. Горловина остова нагревается индукционным нагревателем до температуры 120...150 °С. Большой подшипниковый щит вставляют в горловину и закрепляют болтами М20. Устанавливают приставное кольцо подшипника.

Вручную проверяют вращение якоря в подшипниках, при этом не должно быть затирания, заклинивания, стука в подшипниковых узлах и в электродвигателе. Проверяется также радиальный зазор и торцевое биение подшипников.

Технологическое кольцо со стороны, противоположной коллектору, снимают, проверяют радиальный зазор между внутренним кольцом роликоподшипника и расположенным вверху роликом. Поворачивая якорь на 120°, замер производят дважды. Радиальный зазор в роликоподшипниках в собранном электродвигателе должен быть в пределах: сторона коллектора — 0,1...0,2 мм; сторона, противоположная коллектору, — 0,065...0,14 мм.

Устанавливают уплотнительные и упорные кольца, крышки подшипников, в гнезда подшипниковых щитов вставляют с обоих сторон уплотнительные кольца, на вал якоря устанавливают упорные кольца и закрепляют болтами, подкладывая прокладки.

Регулируют щеткодержатели: проверяется зазор между рабочей поверхностью коллектора и корпусом щеткодержателя. Величина зазора должна быть в пределах 1,5...4,5 мм; прокручивая траверсу, устанавливают в окна щеткодержателей щетки, проверяют их расположение на рабочей поверхности коллектора, при необходимости устраняют «свисание» щеток; регулируют положение щеткодержателей относительно коллектора; проверяют зазоры между щетками и корпусами щеткодержателей; проверяют давление на щетки в щеткодержателях от руки.

Схему траверсы собирают полностью, выполняя все соединения, присоединяют к кронштейнам щеткодержателей на траверсе выводной шунт «Я1» и шунт катушки добавочного полюса; соединение крепится болтами, планками и пружинными шайбами.

Электродвигатель тщательно продувается сухим сжатым воздухом. Затем осматривают монтаж траверсы, следят, чтобы не было свисания шунтов с щеткодержателей. Протирают пальцы кронштейнов щеткодержателей салфеткой, смоченной в бензине.

Траверсу устанавливают на нейтраль, совмещая имеющиеся риски на остове и траверсе. Траверсу закрепляют прижимными накладками; предварительно разводится стопорное устройство траверсы до отказа, зазор в разведенной до отказа траверсе 4...7,5 мм.

Проверяют осевой разбег якоря индикаторным приспособлением, отодвигая якорь до упора поочередно к коллектору и в противоположную сторону. Допускаемый осевой разбег якоря 0,25...0,5 мм.

Измеряют воздушный зазор между железом якоря и полюсами. Измерение производят щупами под полюсами в доступных местах при трех положениях якоря со смещением на 120°. Средние величины зазоров: 3,7...4,2 мм — под главными полюсами; 5,7...6,5 мм — под добавочными полюсами.

Наружные поверхности коллекторной камеры покрывают черной эмалью ПФ-115. Электродвигатель помещают в сушильную камеру или сушат на воздухе.

Устанавливают кронштейны, закрепляют болтами с пружинными шайбами.

В камеру зубчатой полумуфты закладывают 1,45 кг редукторной смазки ОС- Л ТУ32-ЦТ-551-84. Перед заполнением в смазку добавляют дисульфид молибдена ТУ 48-19-133-90 (0,049—0,055 кг) и тщательно перемешивают.

Отремонтированный электродвигатель испытывают на специальном стенде. Результаты испытания отмечают в паспорте электродвигателя.

3.5. Тяговый электродвигатель ЭДУ-133

Техническое обслуживание тягового электродвигателя проводят для проверки его технического состояния, поддержания в чистоте и выполняют без снятия его с тепловоза.

При ТО-2 и ТО-3 производится внешний осмотр электродвигателя. При этом проверяют состояние крепления подшипниковых щитов, вентиляционных каналов, крышек моторно-осевых подшипников и сердечников полюсов, подтягивают ослабшие болты.

Состояние подшипников целесообразно проверять на слух и нагрев в процессе работы электродвигателя. Для этого колесная пара вывешивается на домкратах, а электродвигатель подключается к источнику напряжения не более 100 В.

Внутренний осмотр начинается с проверки исправности коллекторных люков, их нажимных устройств и плотности прилегания крышек. О неплотности судят по наличию внутри пыли, грязи, снега или влаги. Неисправные крышки ремонтируют или заменяют новыми с последующей проверкой на плотность прилегания.

При осмотре через открытые смотровые люки проверяют состояние коллектора, пайки петушков, бандажей, щеткодержателей, межкатушечных соединений, щеток и изоляции.

У коллектора обследуют рабочую поверхность. Цвет и рисунок поверхностной пленки на коллекторных пластинах характеризуют общее состояние электрической машины. Нормально отполированная поверхность имеет равномерный темно-коричневый цвет с фиолетово-красноватым или каштановым оттенком.

Общий износ коллектора вызывается абразивным и электроэрозионным износом. Абразивный износ зависит от коэффициента трения и силы нажатия щеток, степени чистоты охлаждающего воздуха. Электроэрозионный износ является результатом неудовлетворительной коммутации. Механическими причинами повышенного искрения щеток является их вибрация, возникающая из-за недостаточного нажатия, высокой твердости или неравномерного износа коллектора.

Наличие цветов побежалости на политуре коллектора, капель припоя на петушках, межкатушечных соединениях и на корпусе, а также изменение цвета окрашенных частей указывают на имевший место перегрев.

Рабочую поверхность коллектора, петушки, бандажи, конус, закопченные, загрязненные маслом или пылью, но не имеющие следов подгара или оплавления, протирают чистыми сухими безворсными салфетками (в случае необходимости смоченными в бензине Б-70 или спирте). Для удаления плотно прилипшей к деталям электродвигателя грязи используют жесткие волосяные щетки, а также деревянные или фибровые скребки. Запрещается производить очистку загрязненных поверхностей основных частей и самого электродвигателя едкими веществами.

Щеточный аппарат проверяют на надежность крепления всех элементов, отсутствие перекосов, повреждений и неисправностей изоляторов, щеткодержателей или соединительных кабелей.

Ослабленные болтовые крепления подтягивают; загрязненные поверхности протирают смоченной в бензине Б-70 салфеткой.

При осмотре щеток проверяют исправность и прочность крепления шунтов. Износ щеток по высоте не должен превышать допустимый, иначе возможны перекос и неполное прижатие их к коллектору. Изношенные щетки снимают и заменяют; нельзя ставить щетки разных марок, так как это создает неодинаковые условия их работы вследствие разности удельного сопротивления. Подлежат замене щетки с обрывами шунтов более 10 % жил.

В случае обнаружения снижения сопротивления изоляции вследствие ее увлажнения производится сушка изоляции обмоток (как в собранном электродвигателе, так и отдельно якорь или полюсы магнитной системы) в соответствии с рекомендациями, данными в Приложении 4.

Необходимо очистить доступные участки якоря и магнитной системы, щеткодержатели и их пальцы от пыли, замасливания и грязи.

При текущем ремонте ТР-1, кроме работ, предусмотренных ТО-3, выполняются следующие работы.

Внутренние поверхности двигателя обдувают через люки сухим сжатым воздухом. Добавляют смазку в якорные подшипники, проверяют подтяжкой крепление выводных проводов, крепление щеткодержателей к кронштейну, болты (гайки) крепления нижних полюсов.

В доступных местах проверяют крепление подшипниковых щитов и крышек, измеряют давление охлаждающего воздуха в контрольной точке коллекторной камеры на максимальной позиции контроллера (с помощью U-образного манометра). Статическое давление в зависимости от мощности тепловоза должно быть от 1,90 до 1,08 кПа.

При текущем ремонте ТР-2 дополнительно к работам в объеме ТР-1 осматривают болты (гайки) крепления верхних полюсов. При наличии трещин и сколов эпоксидный компаунд удаляют, проверяют затяжку креплений динамометрическим ключом и восстанавливают заливку компаундом.

Разборка тягового электродвигателя производится при текущем ремонте ТР-3 и капитальном ремонте, а также при неисправностях,

требующих разборки независимо от видов ремонта. Работы выполняют в следующем порядке (для двигателей с моторно-осевым подвешиванием).

Снимают польстер, сливают масло из моторно-осевых подшипников, а затем снимают двигатель с колесной пары. Его наружную поверхность очищают от грязи и пыли, затем осуществляют продувку сухим чистым воздухом давлением не более 0,2 МПа, гидравлическим съемным приспособлением снимают малую шестерню.

После этого электродвигатель устанавливают строго горизонтально на стеллаже так, чтобы обеспечить свободный доступ к нижнему люку. Снимают крышки коллекторных люков, вынимают щетки из гнезд щеткодержателей, предварительно зафиксировав пружины в специальных крючках. Рабочую поверхность коллектора оборачивают плотной бумагой. Отвертывают болты, крепящие наружную крышку подшипникового щита со стороны коллектора, снимают крышку, упорную шайбу подшипника. С помощью винтового съемника снимают лабиринтное кольцо со стороны привода (предварительно в отверстие для упора съемника в торец вала закладывают стальной шарик диаметром 25...30 мм). Отвертывают болты, крепящие подшипниковый щит со стороны шестерни, и надевают транспортное коромысло на конус вала якоря, закрепляют гайкой и подтягивают краном до натяжения троса.

Подшипниковый щит выпрессовывают со стороны шестерни при помощи болтов крепления щита к остову, вворачивая их равномерно в три отжимных отверстия щита. Вынимается якорь из остова вместе со щитом, выдвигая его краном строго горизонтально. Во избежание повреждения якоря и коллектора о полюса или горловину остова, якорь устанавливают на специальной подставке с мягкой обивкой, отвертывают болты крепления подшипникового щита со стороны коллектора и выпрессовывают щит при помощи тех же болтов, вворачивая их равномерно в два отжимных отверстия на щите.

Внутреннюю поверхность магнитной системы очищают от пыли и грязи, продувают сжатым воздухом (давлением не более 0,2 МПа).

Остов электродвигателя наиболее часто деформируется в местах установки подшипников. Основными неисправностями являются: проворот наружных обойм подшипников, ослабление посадки и овальность горловин подшипниковых щитов, трещины в остовах, щитах и лапах.

Трещины в остовах обнаруживают визуально или с помощью цветной дефектоскопии и устраняют сваркой. Изношенные посадочные поверхности под подшипниковые щиты наплавляют с последующей обработкой до чертежного размера согласно данным, указанным в Приложении 11.

Подшипники тягового электродвигателя осматривают на целостность, надежность креплений и герметичность масляных полостей. Выброс смазки во внутрь электродвигателя через лабиринтные уплотнения указывает на возможную неисправность и представляет большую опасность.

Дефектация полюсов начинается с проверки сопротивления изоляции катушек. В случае если оно меньше допустимой величины или равно нулю, цепи главных или добавочных полюсов разбирают на участки и каждый из них проверяют отдельно. Необходимо помнить, что в цепь добавочных полюсов входят щеткодержатели вместе с соединительными шинами. При пробое изоляции катушек на корпус или между витками, повреждении выводов, низком сопротивлении изоляции, неустраняемом сушкой, полюсы демонтируют независимо от вида ремонта.

В случае если дефектов нет, катушки полюсов тщательно очищают и окрашивают эмалью ГФ-92ХК.

При осмотре межкатушечных соединений и перемычек обращают внимание на чистоту, целостность и надежность крепления. Трещины и излом выводов катушек, нарушения контакта у межкатушечных соединений происходят из-за ослабления полюсных катушек в посадке, вызываемого вибрацией при движении тепловоза, а также в результате изменения температуры, деформации шайб и крепежных деталей. Целостность и надежность соединений устанавливают при внешнем осмотре по состоянию и цвету изоляции. Подвижность проводников нарушает покровную изоляцию; ослабление контактных соединений вследствие нагрева вызывает изменение цвета изоляции. Соединения с поврежденной изоляцией дополнительно проверяют на прочность и измеряют их сопротивление. При изломе выводов катушек и соединений выполняют их ремонт с разборкой электродвигателя.

Для замены катушек добавочных полюсов остов устанавливают вертикально, снимают изоляцию межкатушечных соединений, отсоединяют перемычки между катушками, закрепляют на натяну-

том тросе полюс с катушкой, выворачивают болты, крепящие полюс, предварительно очистив их головки от кварцкомпаунда там, где он имеется, и осторожно вынимают катушку с полюсным сердечником из остова.

Замена катушки главных полюсов производится аналогично замене катушек добавочных полюсов при установленном остове коллекторной камерой вертикально вниз со снятыми катушками добавочных полюсов.

Якорь электродвигателя испытывает действие динамических ударов при прохождении рельсовых стыков, центробежных сил и вибраций, в результате чего могут возникать повышенные износы, трещины, забоины и задиры.

Повышенный износ посадочных поверхностей приводит к ослаблению посадки колец, втулок, износ резьбы — к нарушению надежности болтовых соединений, потертость изоляции — к снижению ее электрической прочности, а иногда и к пробою.

Задиры и забоины на отдельных элементах якоря возникают чаще всего от ударов, наносимых друг другу деталями с ослабленным креплением или от случайных ударов при осмотре и ремонте машин. Наиболее опасны забоины и задиры на ответственных поверхностях, таких как рабочая поверхность коллектора, посадочные поверхности валов и др.

Трещины, как результат ударов, местных перенапряжений в материале деталей или усталостных явлений в них, могут возникать в валах, якорных коробках, фланцах, нажимных шайбах, в уплотняющих кольцах, крепежных элементах, втулках, болтовых соединениях и многих других элементах. В свою очередь трещины в одних деталях способны вызывать поломки других. Так раковины на валу якоря могут привести к его излому, а трещины в коллекторных болтах могут вызвать их излом, что в свою очередь ослабит затяжку коллектора.

Состояние изоляции обмотки якоря относительно корпуса определяется мегомметром на 2500 В. Сопротивление изоляции должно соответствовать значениям, приведенным в Приложении 11.

Причинами снижения сопротивления изоляции обмотки якоря являются старение, механические повреждения, увлажнение и загрязнение поверхностного слоя пылью, являющейся токопроводящей. Тщательная очистка и следующее за этим покрытие изоляции эмалью могут вернуть защитные свойства и препятствовать проникновению влаги и пыли.

Незначительные подгары, выработку и неглубокие задиры на коллекторе устраняют зачисткой и шлифовкой коллектора брезентовым полотном или мелкой стеклянной шкуркой, укрепленной на деревянной колодке с круглым вырезом, соответствующим диаметру коллектора. Следует иметь в виду, что при любых видах механической обработки с поверхности коллектора снимается политура, а удаление политуры приводит к ухудшению коммутации. Допускается зачистка и шлифовка рабочей поверхности коллектора только в случае крайней необходимости, после того как использованы все другие, более щадящие методы очистки коллектора.

Щеткодержатели имеют элементы, которые подвержены износам рабочей поверхности, трещинообразованию, отколам и задирам поверхностей, наблюдаются случаи излома пружин и нажимных пальцев, износ валиков и втулок. К разборке щеткодержателей необходимо приступать только при обнаружении каких-либо дефектов.

Корпус щеткодержателей с трещинами у основания прилива для крепления корпуса к пальцу, а также с трещинами, которые могут привести к отколу стенок щеточного окна, бракуются. Все остальные трещины заваривают газовой сваркой, предварительно разделав шов и подогрев корпус до температуры 300...400 °С. Заваренная поверхность обрабатывается до чертежного размера.

Для нормальной работы щеток весьма важна правильность положения щеткодержателя относительно коллектора. Увеличенный зазор между торцом обоймы щеткодержателя и коллектором приводит к повышению сводного плеча, влияющему на изгиб щетки при работе, что вызывает дополнительный перекос и поломки. Малый зазор приводит к перебросам между коллекторными пластинами и щеткодержателем. Номинальный зазор для тягового электродвигателя должен быть в пределах 2...4 мм (Приложение 11).

Усилие нажатия щеток должно находиться в пределах 42...48 Н. Большое нажатие приводит к излишним затратам энергии на преодоление трения, увеличенному износу как самих щеток, так и коллектора, а малое — к потере контакта между щетками и коллектором с вытекающими из этого последствиями.

Амортизаторы щеток должны свободно ходить в окнах щеткодержателя, гибкие шунты прочно закреплены в гнездах щеток, не вызывая дополнительного нагревания, а их наконечники не должны мешать свободному перемещению щеток и нажимных пальцев.

Снимают и ставятся щетки за гибкие шунты, приподнимая щеточные пружины. Это позволяет проверить нажатие пружин, соединение щетки и гибкого шунта, свободу перемещения щетки в окне щеткодержателя и целостность самой щетки. При постановке щетки пружину следует опускать плавно до полного прикасания щетки к коллектору, не допуская удара и скалывания. Там, где пространство ограничено, необходимо пользоваться приспособлением для подъема пружин.

Сборка тягового электродвигателя. После осмотра и при необходимости ремонта деталей и узлов электродвигателя, тщательной очистки от пыли и грязи всех его деталей и узлов можно приступать к сборке. Собирают отдельно катушки главных и добавочных полюсов, затем устанавливают в остов, выдержав зазоры между башмаками сердечников главных и добавочных полюсов в пределах ±1 мм. Межкатушечные соединения устанавливают по схеме соединений обмоток, при этом проверяется магнитная система на отсутствие пробоев и межвитковых замыканий катушек.

Собирают щеткодержатели и устанавливают в коллекторной камере остова. Приспособлением проверяют совпадение оси главных полюсов с осью гнезда под щетки соответствующего щеткодержателя с точностью ± 1,8 мм (при несовпадении осей больше указанной величины должна выполняться необходимая корректировка перемещением соответствующего главного полюса).

Поверхности масляных камер подшипниковых щитов, крышки подшипников, лабиринтные кольца и роликоподшипники промывают в чистом керосине, пропрессовывают смазочную трубку. Подшипниковые щиты с наружными кольцами подшипников и с крышками, закрепленными двумя болтами, собирают, заложив предварительно смазку согласно карте смазки узлов тепловоза. В процессе подготовки к сборке якоря промывают внутренние кольца подшипников, убеждаясь в отсутствии зазора между кольцом подшипника и уплотнительным кольцом якоря, коллектор обертывают плотной бумагой. Надевают подшипниковый щит на якорь со стороны шестерни.

Магнитную систему устанавливают строго горизонтально на стеллаже, а подшипниковый щит ставят в расточку остова со стороны коллектора и запрессовывают, заворачивая крепящие болты равномерно во избежание перекоса, снимают наружную крышку подшипникового щита со стороны коллектора. На конус вала якоря надева-

ют транспортное коромысло, закрепив его гайкой. Якорь осторожно заводят в магнитную систему, оберегая его от ударов о щеткодержатели, полюсы и горловину остова, пользуясь при этом направляющей втулкой, продетой через отверстие под подшипник в щите со стороны коллектора. Подшипниковый щит со стороны привода запрессовывают, затягивая крепящие болты равномерно во избежание перекоса. Снимают наружную крышку подшипникового щита со стороны шестерни, в обоих подшипниках проверяют радиальные зазоры щупом, торцовое биение наружных колец относительно внутренних.

Устанавливают и законтривают упорную шайбу вала якоря со стороны коллектора. При установке крышек подшипниковых щитов напрессовывают лабиринтное кольцо со стороны привода, предварительно нагрев его. Снимают бумагу с коллектора, проверяют и при необходимости регулируют зазоры между щеткодержателями и коллектором. Коллектор обертывают шлифовальной кремниевой шкуркой зернистостью 10...12 (ГОСТ 5009-68) шероховатой стороной к щетке; устанавливают щетки в гнездо щеткодержателей, отпускают пружины, прижимающие щетку к коллектору и, проворачивая якорь вручную, притирают щетки по коллектору. Электродвигатель тщательно продувается сжатым воздухом для удаления щеточной пыли, коллектор и изоляторы промываются чистым бензином авиационным Б-70, затем протирают чистой безворсовой салфеткой. Проверяют максимальный разбег якоря, который должен быть в пределах 0,2...0,5 мм. Все болты и гайки должны быть туго затянуты и надлежащим образом предохранены от самоотвинчивания (болты, крепящие щеткодержатели, должны быть затянуты усилием не менее 0,25 Н/м).

3.6. Тяговый электродвигатель ДАТ-510

Техническое обслуживание и текущий ремонт тягового электродвигателя предназначены для устранения обнаруженных неисправностей и обеспечения работоспособности путем ревизии, замены или восстановления отдельных узлов, деталей и выполняются без снятия электродвигателя с тепловоза и со снятием электродвигателя с тепловоза при ТР-3.

Техническое обслуживание ТО-2, ТО-3 и текущие ремонты ТР-1, ТР-2, ТР-3 электродвигателя выполняются в специализированных цехах локомотивных депо комплексными и специализированными бригадами.

Все виды технического обслуживания и текущего ремонта необходимо совмещать с видами технического обслуживания локомотива.

Очистка контактных или других металлических и изолированных поверхностей установленного на тепловозе электродвигателя производится чистыми сухими безворсовыми салфетками (а в случае необходимости, смоченными в бензине Б-70 или техническом спирте). Категорически запрещается производить очистку загрязненных поверхностей составных частей и самого электродвигателя едкими веществами и растворителями.

Сопротивление изоляции цепей электродвигателя относительно корпуса и между фазами измеряется мегомметром напряжением 1000 В.

При этом величина сопротивления должна быть:

— не менее 20 МОм в практически холодном состоянии для нового электродвигателя;

— не менее 1,0 МОм в практически холодном состоянии в эксплуатации и перед вводом тепловоза в эксплуатацию после длительного отстоя;

— не менее 1,0 МОм в нагретом состоянии.

Для изменения сопротивления изоляции цепей электродвигателя в сборе относительно корпуса вывод «ЗЕМЛЯ» прибора присоединить к любой неокрашенной части корпуса статора, а вывод «ЛИНИЯ» — к наконечнику любой из фаз (U, V, W).

При снижении сопротивления изоляции цепей электродвигателя вследствие ее увлажнения выполнить сушку изоляции по методике, приведенной в Приложении 4. Перед сушкой изоляции обмотки продуваются сжатым воздухом, очищаются доступные участки ротора и статора.

В случае отправки электродвигателя на текущий ремонт ТР-3 (или обнаружения неисправностей или повреждений, для устранения которых требуется разборка электродвигателя) необходимо выполнить следующие работы:

— отсоединить электродвигатель от электрической схемы тепловоза и системы воздухоснабжения;

— снять электродвигатель с тележки и отсоединить от колесной пары;

— снять с вала ротора шестерню тягового редуктора;

— очистить наружную поверхность электродвигателя от пыли и грязи;

— обдуть электродвигатель снаружи и внутри сухим чистым воздухом, очистить поверхности сборочных единиц и деталей от загрязнений;

— замерить сопротивление изоляции цепей с целью выявления участков с пониженным сопротивлением изоляции;

— проверить по шуму на слух при помощи слуховой трубки или приборов вибродиагностики работу подшипников при работе электродвигателя в режиме холостого хода.

Очистку поступившего на текущий ремонт ТР-3 или неплановый ремонт электродвигателя и его составных частей от эксплуатационных загрязнений рекомендуется осуществлять в моечной установке моющей жидкостью согласно п. 3.2.

Разборка поступившего в ремонт тягового электродвигателя производится в следующей последовательности:

— снимается с корпуса статора крышка с уплотняющей прокладкой, закрывающей токовыводы фаз, и отсоединяется подвод электропитания;

— отсоединяются от клеммной колодки наконечники проводов и от корпуса статора металлический рукав проводов датчика частоты вращения.

Со стороны, противоположной приводу:

— расконтриваются гайки и вывертывается из крышки подшипника датчик частоты вращения;

— отвертываются болты, снимается крышка подшипника при помощи болтов, ввoрачиваемых в отжимные отверстия крышки;

— отгибается шайба, отворачиваются болты и снимаются упорная шайба и упорное кольцо подшипника;

— спрессовывается при помощи винтового съемника наружное уплотнительное кольцо со стороны привода, при этом для облегчения спрессовки рекомендуется вложить в углубление в торце вала стальной шарик диаметром 25...30 мм;

— отвертываются болты, снимается крышка подшипника со стороны привода при помощи болтов, ввoрачиваемых в отжимные отверстия крышки;

— измеряется радиальный зазор в роликовых подшипниках (радиальный зазор между верхним роликом и внутренним кольцом подшипника должен быть не более 0,29 мм со стороны привода и не более 0,24 мм с противоположной стороны), замеры производятся щупами из набора щупов;

– отворачиваются болты крепления подшипникового щита со стороны привода;

– одевается транспортировочная скоба на конусный (рабочий) конец вала ротора, закрепляется гайкой и подтягивается краном до натяжения каната.

Допускается разборка при вертикальном положении тягового электродвигателя.

Дальнейшая разборка тягового электродвигателя производится только при обнаружении каких-либо неисправностей его составных частей.

Допускается не выпрессовывать из корпуса статора подшипниковый щит со стороны, противоположной приводу, однако подшипник должен быть выпрессован из щита.

Внутренние кольца подшипников снимают с вала (предварительно разогрев их при помощи индуктивных нагревателей) только при необходимости их замены.

Выпрессовка роликового подшипника любого из подшипниковых щитов производится на прессе или при помощи молотка с приложением усилия на стержни (шпильки диаметром от 10 до 12 мм), вставляемые в специальные демонтажные отверстия в щите.

При выпрессовке подшипника в отсутствии пресса рекомендуется предварительно установить под подшипниковый щит лист плотной бумаги и два деревянных бруска размером 60 × 60 × 600 мм.

У статора наиболее характерными повреждениями являются трещины в корпусе, подшипниковых щитах, в шапках моторно-осевых подшипников, повышенный износ и эллиптичность посадочных поверхностей или забоины и заусенцы на них. Наблюдаются случаи ослабления болтовых соединений, износ поддерживающих носиков корпусов тяговых электродвигателей. Повреждаются вентиляционные сетки, фланцы, крышки, нарушается плотность прилегания крышек, ослабевают или лопаются пружинные шайбы, изнашиваются, а иногда и разрываются болты. Появляются трещины, царапины, раковины и вмятины на кольцах, роликах и сепараторах подшипников, шелушение дорожек колец, роликов, отколы от них, погнутость сепараторов.

Корпус осматривается и по дребезжащему звуку, издаваемому им при ударе по нему молотком, устанавливается наличие в нем трещины. Точное место и форма трещины определяется при помощи лупы.

Выявляются возможные забоины, потертости или следы ржавчины на поверхности в местах прилегания шайб, гаек и головок болтов.

Резьбовые отверстия в корпусе проверяют проходными и непроходными калибрами класса 7Н.

Сердечник статора проверяется на возможный сдвиг его в корпусе, на прочность закрепления в нем, на отсутствие ослабления заклепок пакета сердечника и механических повреждений на нем. Если сердечник оказался сдвинутым относительно корпуса или ослабло его крепление, то проверяется состояние крепящих штифтов. Ослабшие штифты подтягиваются, а дефектные заменяются.

Ротор тягового электродвигателя осматривается, выявляются трещины, забоины на валу или на листах сердечника, ослабление колец, стягивающих эти листы, или ослабление посадки сердечника.

Убеждаются в отсутствии обрыва стержней короткозамкнутой обмотки ротора. Если будут выявлены обрывы трех смежных или пяти расположенных в разных местах ротора стержней, то роторная обмотка подлежит восстановлению.

Мелкие дефекты на поверхности вала устраняются напильником или наждачной бумагой. Шейка вала в зоне посадки подшипников восстанавливается наплавкой с последующей обработкой хромированием или установкой посадочной втулки.

Изношенные шпоночные канавки при малой выработке (до 1 мм) уширяются. При большей выработке их наплавляют с последующей проточкой новой канавки.

Подшипниковые щиты и их крышки тщательно осматриваются на отсутствие трещин, качество резьбовых отверстий, пробок, лабиринтных колец, состояние и плотность уплотнений.

Диаметры посадочных поверхностей измеряются калибрами, скобами и нутромерами в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях и рассчитываются как среднее арифметическое. Диаметры посадочных поверхностей измеряются как у подшипникового щита, так и в горловине статора, куда этот щит будет устанавливаться. По разности этих диаметров определяют величину натяга при запрессовке щита в статор. Размеры должны соответствовать величине, приведенной в Приложении 12.

Глубина подшипникового гнезда и профиль лабиринтных колец проверяется специальными шаблонами. Радиальные зазоры в лабиринтных уплотнениях должны быть не более 0,5 мм.

Подшипниковые щиты и крышки с трещинами более чем на 20 % площади сечения, со сквозными радиальными трещинами, крышки с трещинами у лабиринтных колец, а также щиты с отломанными кронштейнами кожуха зубчатой передачи в локомотивном депо не подлежат ремонту.

Обмотки статора осматриваются, проверяется состояние изоляции, надежность крепления обмоток, качество контактных соединений и выводов. В катушках статорных обмоток тягового электродвигателя могут возникать витковые замыкания в местах выхода обмотки из пазов статора, обрыв или нарушение контакта в одной из фаз, дефекты в проводниках.

Катушки статорной обмотки с прослабленной посадкой в пазах сердечника подкрепляются, для чего ослабленные клинья выбиваются из пазов, укладывается в паз необходимое количество прокладок из электрокартона, предварительно пропитанного лаком, и устанавливаются клинья на место. Клинья с трещинами, забитыми или изношенными гранями заменяются. Неисправные катушки статорной обмотки заменяются.

Статоры с сопротивлением изоляции катушек ниже нормы, приведенной в Приложении 12, сушатся в печи при температуре 120...130 °С, после чего сопротивление проверяется вновь. Если сопротивление изоляции восстановить не удалось или имеются обрывы статорной обмотки, то такие тяговые электродвигатели подвергаются заводскому ремонту.

Сборка тягового электродвигателя и его составных частей производится с учетом требований соответствующих чертежей (деповского комплекта).

Перед сборкой электродвигателя выполняются следующие работы:

— собирается статор (в случае замены части катушек статора, проводов) с последующей покраской внутренней поверхности статора эмалью ЭП-91 или КО-935. Монтаж межкатушечных проводов выполняется без резких перегибов, не допускается касание проводов к корпусу без изоляционных прокладок, не допускается перемещение проводов внутри корпуса, покрытые эмалью поверхности должны быть без наплывов и подтеков;

— измеряется сопротивление изоляции обмотки в холодном состоянии, которое должно быть не менее 20 МОм;

— проверяется электрическая прочность изоляции обмотки относительно корпуса и между обмотками испытательным напряжением 2550 В частотой 50 Гц в течение 1 мин;

— подбираются парные роторные подшипники (только в случае их замены), у которых разность радиальных зазоров в свободном состоянии не превышает 0,12 мм;

— насаживаются на вал ротора до упора в торец заплечика предварительно подобранные и нагретые до температуры 120...160 °С внутренние уплотнительные кольца (в случае их снятия или замены), при этом особое внимание обращается на расположение фасок и канавок на кольцах согласно сборочному чертежу (перед посадкой внутренних уплотнительных колец соответствующие посадочные поверхности вала смазать тонким слоем минерального масла, за исключением случаев, когда нагрев производится в масляной ванне);

— насаживаются на вал ротора (только в случае замены подшипников) внутренние кольца предварительно подобранных подшипников (перед посадкой нагреть внутренние кольца до температуры 100...120 °С), а также смазываются шейки вала тонким слоем минерального масла, за исключением случаев, когда нагрев колец производится в масляной ванне;

— заполняются свежей смазкой камеры смазки и каналы для добавления смазки в подшипниковых щитах в соответствии с картой смазки электродвигателя, при этом смазка продавливается между роликами и сепаратором, между сепаратором и наружным кольцом подшипника;

— устанавливается крышка подшипника со стороны привода и закрепляется тремя болтами;

— устанавливается специальная монтажная крышка, представляющая собой крышку с центральным отверстием, диаметром меньшим на 10...15 мм внешнего диаметра роликоподшипника (только при горизонтальной сборке, а при вертикальной сборке электродвигателя устанавливается и закрепляется тремя болтами штатная крышка);

— устанавливается на вал ротора подшипниковый щит со стороны привода.

Сборка электродвигателя производится в следующей последовательности:

— устанавливается горизонтально собранный статор;

— устанавливается в корпус статора подшипниковый щит со стороны, противоположной приводу, запрессовывается и закрепляется

болтами, при этом допускается разогрев горловины корпуса индукционным нагревателем (в этом случае горловина смазывается смазкой ЖРО или ЖРО-М перед установкой подшипникового щита);

— устанавливается на конус вала ротора транспортировочная скоба и закрепляется гайкой;

— вводится ротор в статор, при этом для предупреждения задиров колец подшипников и облегчения центрирования деталей рекомендуется применять стакан (втулку) на длинной ручке (внутренняя центрирующая поверхность стакана базируется на поверхность вала ротора, расположенную непосредственно перед внешним торцом внутреннего кольца подшипника со стороны, противоположной приводу, а наружная направляющая поверхность стакана выполняется на 0,5 мм меньше наружного диаметра внутреннего кольца подшипника со стороны, противоположной приводу);

— устанавливается в статор, запрессовывается и закрепляется болтами подшипниковый щит со стороны привода (ротор остается подвешенным к транспортировочной скобе до тех пор, пока все болты крепления подшипникового щита не будут затянуты);

— снимается транспортировочная скоба с вала ротора;

— снимаются крышки подшипников;

— измеряется щупом радиальный зазор в роликоподшипниках (между верхним роликом и наружным кольцом подшипника), который должен быть не менее 0,09 мм со стороны привода и не менее 0,05 мм с противоположной стороны;

— устанавливаются приставное упорное кольцо подшипника со стороны, противоположной приводу, упорная шайба, стопорная пластинчатая шайба с тремя болтами, затягиваются и контрятся болты;

— измеряется индикатором и путем перемещения ломиком осевой разбег ротора, который должен быть 0,2...0,45 мм;

— заполняется свежей смазкой камера смазки в крышке подшипника со стороны, противоположной приводу, в соответствии с картой смазки электродвигателя;

— устанавливаются в канавку крышки подшипника со стороны, противоположной приводу, резиновое кольцо, затем вставляется крышка в подшипниковый щит и затягивается болтами крепления;

— заполняется свежей смазкой камера смазки в крышке подшипника со стороны привода в соответствии с картой смазки электродвигателя, устанавливается в ее канавку резиновое кольцо, устанав-

ливается крышка в подшипниковый щит и затягивается болтами крепления, нагревается до температуры 100...160 °С предварительно подобранное наружное уплотнительное кольцо со стороны привода и насаживается на вал ротора (перед посадкой уплотнительного кольца посадочную поверхность вала смазывают тонким слоем минерального масла, за исключением случаев, когда нагрев кольца производится в масляной ванне);

— вворачивается до упора в крышку подшипника со стороны, противоположной приводу, датчик частоты вращения ротора (торец датчика упирается в индуктор), затем отворачивается на один оборот и контрится гайками датчик;

— измеряется сопротивление изоляции обмотки статора электродвигателя в практически холодном состоянии (сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм).

При сборке электродвигателя болты крепления подшипниковых щитов и крышек затягиваются с поочередным подвертыванием диаметрально противоположных болтов.

После сборки электродвигателя проводят осмотр правильности маркировки и расположения проводов (выводов), а также убеждаются проворачиванием вручную в свободном вращении ротора и осматривают электродвигатель на отсутствие посторонних предметов.

3.7. Стартер-генератор 5 СГ

При техническом обслуживании перед снятием люков места разъемов очищаются от пыли, грязи. Прочищаются дренажные отверстия в подшипниковом щите стартер-генератора.

Смотровые люки открываются и проводится ревизия стартер-генератора. Проверяется состояние клеммной коробки. Доступные части протираются сухими безворсными салфетками. В случае наличия следов переброса, замасливания, подгаров такие места протираются салфетками, смоченными в бензине Б-70, затем протираются сухими салфетками.

Проверяется состояние коллекторных пластин. Поверхность под щетками должна быть гладкой, без задиров, подгаров и следов оплавления. При наличии брызг металла от перебросов или кругового огня на коллекторе эти места зачищаются без нарушения формы коллектора с продорожкой рядом находящихся пластин. Тщательно

очищаются дорожки между коллекторными пластинами от угольной пыли жесткой волосяной щеткой или фаскосъемником. При наличии перебросов, электроэррозии, потемнения пластин и затяжки медью проводится шлифовка коллектора. При отсутствии на коллекторе «дорожки» между щетками измеряется продольный разбег якоря, который должен быть не более 0,5 мм.

Проверяется в доступных местах состояние обмоток якорей, полюсов, мест соединения катушек полюсов. Проверяются крепления шин и кабельных межкатушечных соединений.

Проверяется плотность прилегания к остову всех крышек, ремонтируются поврежденные уплотнения и восстанавливается целостность трубок для подачи смазки в подшипники, проверяется наличие и надежность крепления пробки.

Машины, повреждения которых не могут быть устранены на месте, а также с сопротивлением изоляции ниже установленных норм (после сушки их на тепловозе), с тепловоза снимаются, проводится их ревизия с разборкой, устранением выявленных неисправностей.

При наличии перебросов, следов кругового огня, загрязнения бандаж переднего нажимного конуса тщательно очищается, протирается и покрывается изоляционной эмалью ГФ-92ХК или НЦ-929. Обязательно зачищается и красится изоляция переднего нажимного конуса коллектора, осматривается изоляция катушек главных и добавочных полюсов, при наличии следов дуги устраняются последствия. Осматриваются петушки коллекторов, поверхность их должна быть чистой, без следов припоя, ослабление клиньев в пазах пластин не допускается.

Запрещается выпуск машин с затяжкой меди, наличием пыли и грязи в межламельном пространстве коллекторов, со следами переброса, общего или местного перегрева и местной выработки коллекторов.

Проверяется состояние щеткодержателей, их крепление на кронштейнах. Изоляторы протираются для удаления пыли и копоти. Щеткодержатели, имеющие трещины, ослабшие пружины, неисправный механизм, ослабление и трещины изоляторов, наплывы меди и оплавления, заменяются с установкой новых щеток и регулировкой нажатия на щетки. При замене щеткодержателей или щеток новые или бывшие в употреблении щетки притираются по коллектору.

Необходимо проверить положение щеткодержателей относительно коллектора якоря (при необходимости отрегулировать их), а так-

же состояние щеток и их шунтов, свободу перемещения щеток в окнах щеткодержателей.

Рабочая поверхность щеток должна быть гладкой и блестящей.

Щетки с трещинами, сколами, ослаблением шунтов, износом более допускаемых размеров заменяются. Щетки должны иметь марку, установленную заводом-изготовителем.

Текущий ремонт стартер-генератора предназначен для устранения обнаруженных неисправностей и обеспечения работоспособности путем ревизии, замены или восстановления отдельных узлов, деталей и выполняется без снятия стартер-генератора с дизель-генератора при ТР-1 и ТР-2 или с тепловоза и со снятием стартер-генератора с тепловоза при ТР-3. Все виды текущего ремонта необходимо совмещать с аналогичными видами текущего ремонта тепловоза. При обнаружении неисправностей и повреждений стартер-генератора, для устранения которых требуется его разборка, а также при проведении ТР-3, выполняют следующие операции:

— отсоединяют от стартер-генератора все подводящие кабели;

— снимают крышки с окон над коллектором;

— поднимают щетки и отсоединяют кабели от траверсы;

— откручивают болты и снимают крышку подшипника переднего щита;

— вывинчивают три болта со ступицы переднего щита и, избегая перекосов, обернув коллектор изоляционной бумагой, снимают передний подшипниковый щит;

— откручивают болты заднего подшипникового щита;

— вынимают из стартер-генератора якорь вместе с задним подшипниковым щитом (с помощью специальной шайбы и отжимных болтов), не повредив обмотки;

— откручивают болты, снимают лабиринтное кольцо;

— вывинчивают три болта со ступицы заднего подшипникового щита и снимают щит;

— снимают при необходимости траверсу с переднего подшипникового щита, открутив болты, крепящие ее к щиту.

У остовов наблюдаются случаи повреждения вентиляционных сеток, фланцев, крышек коллекторных люков, нарушается плотность прилегания крышек, ослабевают или лопаются пружинные шайбы, изнашиваются, а иногда и разрываются болты крепления стартер-

генератора к основанию, ослабевают болтовые крепления полюсов к остову, снижается плотность посадки катушек на сердечниках полюсов. Нарушение надежности крепления сердечников полюсов к остову может ускорить выход из строя резьбы полюсных болтов, повышенный износ привалочных поверхностей сердечников полюсов и остова. Возникают также повреждения диамагнитных угольников добавочных полюсов.

Очищенный остов осматривается для выявления трещин, забоин и задиров, выработки посадочных поверхностей и других повреждений.

Резьбовые отверстия в остове проверяют проходными и непроходными калибрами класса 7Н. Отверстия с забитой или с неисправной резьбой восстанавливают.

Стальной остов стартер-генератора ремонтируется с применением электросварки. Трещины в остове перед заваркой предварительно подготавливают: накернивают концы трещин и засверливают сверлами диаметром 10...12 мм. При этом центры засверливаемых отверстий должны совпадать с концами трещин или отступать от них на 3...5 мм. Для установления точной границы трещины стенка корпуса с трещиной нагревается с помощью газовой горелки до температуры около 100 °С. При этом концы трещины становятся отчетливо видны. Засверленные по концам трещин отверстия раззенковывают на глубину от одной трети до половины толщины стенки остова. Затем трещины разделывают и заваривают. При этом следует обеспечивать полный провар металла на всю глубину трещины, а образующийся у сварочного шва лишний металл удалять.

Резьбовые отверстия с мелкими дефектами рассверливают электрической или пневматической дрелью до диаметра ближайшего градационного размера и нарезают новую резьбу. Резьбовые отверстия под болты крепления подшипниковых щитов или кронштейнов щеткодержателей восстанавливают заваркой с последующей рассверловкой и нарезкой новой резьбы. Допускается запрессовка специальных ремонтных втулок с последующим нарезанием в них необходимой резьбы.

Подшипниковые щиты и их крышки тщательно осматриваются на отсутствие трещин, качество резьбовых отверстий, пробок, лабиринтных колец, качество и степень износа посадочных поверхностей. Диаметры посадочных поверхностей и расточки остова измеряются калибрами, скобами и нутромерами. Крышки коллекторных люков

осматриваются, убеждаются в исправности замков, пружин, заклепок и уплотнений, в надежности прилегания их к остову, в отсутствии трещин и других механических повреждений. Неисправные крышки, вентиляционные сетки, заглушки вентиляционных отверстий и козырьки ремонтируются или заменяются.

Дефектные резьбовые или проходные отверстия, трещины, изношенные поверхности под гайками и головками болтов у щитов и крышек ремонтируют по той же технологии, что и для остова.

Якорные подшипники очищаются и осматриваются. Особое внимание обращается на состояние поверхностей качения, на степень износа сепаратора и плотность установки в них заклепок. Подшипники, на беговых дорожках колец которых или на роликах будут обнаружены шелушение, трещины или задиры, а также с повышенными радиальными зазорами, подлежат замене.

Траверса проверяется на наличие трещин, определяется степень износа, выявляются возможные трещины, забоины и задиры в кольце траверсы и в местах прилегания фиксатора и стопорных накладок.

Вентилятор проверяется на отсутствие трещин в них и прочность крепления на якоре. При ослаблении болтового крепления все болты и предохранительные шайбы снимаются и проверяется надежность посадки вентилятора. Если плотность посадки вентилятора будет недостаточной, то его и все элементы крепления заменяются. Подлежат замене и вентиляторы с трещинами в корпусе или с изломом лопастей.

Катушки полюсов осматриваются, проверяется надежность крепления, состояние изоляции катушек, выводных кабелей и межкатушечных соединений. Ослабление посадки катушек на сердечниках определяется покачиванием катушек от руки, а состояние их изоляции — визуально. Катушки с поврежденной изоляцией, дефектными выводами, фланцами, ослабленными диамагнитными угольниками и посадкой на сердечниках с остова снимаются для ремонта или замены. Измеряется сопротивление изоляции, и если оно окажется ниже нормы, указанной в Приложении 13, то катушка подвергается сушке и повторно проверяется сопротивление ее изоляции. Если оно окажется ниже нормы, то катушка заменяется.

Качество контактных соединений проверяется по нагреву двойным часовым током в течение 8...10 мин от сварочного агрегата по-

стоянного тока или выпрямительной установки. Надежность контактных соединений проверяется по показаниям амперметра, включенного в их цепь, по качке в месте соединения или по величине активного сопротивления в месте контакта. Можно оценить температуру контактом рукой. Места с повышенным нагревом вскрывают для выявления причины нагрева.

Проверяется состояние проводов, особенно в местах соединения с наконечником. При обрыве более 10 % жил наконечник обжимается, повреждения изоляции катушки, выводов и межкатушечных соединений устраняются. Если будет выявлена неудовлетворительная пайка наконечников в соединениях, то вывод катушки подлежит замене.

Если при осмотре остова дефектов в его электрической части обнаружено не будет, то катушки подлежат пропитке вместе с остовом. В условиях депо допускается ремонтировать дефектную покровную изоляцию как на отдельных участках, так и с полной ее заменой, для чего она аккуратно разрезается по всему периметру и снимается, не допуская повреждения корпусной изоляции. Новая покровная изоляция наматывается киперной или стеклолентой с натягом и закрепляется на концах лент суровыми нитками.

У отремонтированной катушки проверяются размеры: наружный, обеспечивающий установку и размещение катушки в остове, и внутренний, обеспечивающий необходимую плотность посадки катушки на сердечник. Убеждаются в отсутствии витковых замыканий, измеряется активное сопротивление и катушка пропитывается с последующей сушкой на воздухе. Катушки с дефектами корпусной изоляции в депо не ремонтируют за исключением случаев, когда в депо предусмотрено проведение ремонта электрических машин в объеме заводского ремонта.

У щеткодержателей наблюдаются случаи излома пружин и нажимных пальцев, износ валиков и втулок из-за того, что элементы щеточного аппарата в процессе эксплуатации подвержены механическим, электрическим и тепловым воздействиям. У щеток повышается износ по рабочей поверхности, возникают трещины, отколы, задиры, обрыв жил гибких проводов и ослабление их крепления в щетках. У кронштейнов щеткодержателей возможны также трещины, прожоги, износ резьбовых отверстий, ослабление их крепления в остове, нарушение правильности установки щеткодержателей относительно коллектора. Наблюдаются случаи ослабления пружин,

заедания пальцев, обрыва гибких проводов, чрезмерного нагрева щеток. При обрыве или ослаблении болтов верхних боковых щеткодержателей, а также при изломе корпусов неизбежен задир и образование вмятин на поверхности коллектора.

Корпуса щеткодержателей, снятые с траверсы, продуваются сжатым воздухом, очищаются техническими салфетками и осматриваются для выявления возможных дефектов и определения необходимого объема ремонта. Убеждаются в отсутствии трещин у щеточного окна и в местах перехода корпуса к гребенке, оплавлений, забоин или повышенного износа. Шаблоном определяют степень износа стенок щеточных окон. Выявляется возможная выработка отверстий под пружины и резьбовых отверстий под болты крепления гибких проводов.

Щеткодержатели для ремонта разбираются. Корпуса щеткодержателей очищают от грязи, подгаров и оплавлений. Трещины завариваются ацетилено-кислородной сваркой, для чего их предварительно засверливают по концам и подогревают корпус до температуры 300...500 °С. Заваренная поверхность обрабатывается. Корпуса с трещинами у основания прилива для крепления корпуса к пальцу, а также с трещинами, которые могут привести к отколу стенок щеточного окна, бракуются. Разработанные отверстия под оси пружин, поврежденные и изношенные болты, винты, поверхности окон и гребенок восстанавливаются.

Щетки с трещинами, сколами, местной выработкой или задиром, обрывом более 10 % жил гибкого шунта или с предельным износом боковых и рабочей поверхностей бракуются. Подлежат замене и щетки с изношенным более чем на 10 % наконечником.

В якорях стартер-генераторов под действием динамических ударов во время пуска дизеля наблюдается повышенный износ посадочных поверхностей, втулок, резьбы — к нарушению надежности болтовых соединений; потертость изоляции — к снижению ее электрической прочности, а иногда и к ее пробою. Повышенный износ рабочей части коллектора ухудшает условия токосъема, сокращает срок службы коллектора и межремонтный пробег машины в целом.

Прожоги, как правило, возникают в результате переброса электрических дуг как на металлические элементы якоря, так и на их изоляцию. В эксплуатации возникают прожоги листов пакета полю-

сов, лобовых частей якорной обмотки, миканитовых манжет, бандажей, передних нажимных конусов коллектора и др. Прожоги часто оказываются первопричиной выхода из строя якоря и постановки тепловоза на неплановый ремонт.

Подгары и оплавления коллекторных пластин возникают в результате повышенного искрения под щетками или от кругового огня на коллекторе. Подгорают или оплавляются коллекторные пластины, выгорает миканитовая изоляция между ними. Подгары могут возникать и на миканитовых конусах коллекторов при перебросах электрических дуг.

Повышенный нагрев якорных обмоток при больших токах приводит к ухудшению контакта в местах впайки секций обмотки в петушки коллекторных пластин, а иногда и к выплавлению проводников обмотки из петушков пластин.

Из-за воздействия динамических, магнитных и центробежных сил и вибраций нарушается состояние и крепление элементов якоря (болтовых соединений, бандажей, клинового крепления обмоток). Посадочные поверхности под внутренние кольца подшипника осматриваются с помощью лупы пятикратного увеличения и выявляются возможные задиры, трещины и вмятины на доступных для осмотра частях вала.

Трещины выявляются с помощью круглого магнитного дефектоскопа переменного тока и магнитной смеси из неокрашенного порошка. Конус вала проверяется при двух положениях дефектоскопа — с одной и другой стороны проверяемой поверхности, а шейки вала — при одном положении. При снятом внутреннем кольце шейка вала в месте его установки проверяется отдельно. Наиболее внимательно проверяются переходные галтели вала.

Конусная поверхность концов вала зачищается от заусенцев, забоин и проверяется конусным калибром. Он должен прилегать не менее чем по 65 % посадочной поверхности конуса. Валы с поперечными трещинами бракуют. Разрешается оставлять до очередного планового ремонта валы, имеющие на концах только продольные трещины длиной не более 12 мм и глубиной менее 1,5 мм. Шпоночные канавки с забоинами и заусенцами или трещинами длиной до 10 мм и глубиной до 5 мм ремонтируются. Резьба на концах валов проверяется резьбовым калибром. Поврежденная и разработанная резьба на участке длиной более 5 % длины нарезной части подлежит ремонту.

Сердечник якоря проверяется на возможное расслоение листов пакета сердечника. Расслоение выявляется по дребезжащему звуку при обстукивании пакета молотком. В ряде случаев расслоение можно обнаружить и внешним осмотром. Выявляются возможные забоины, задиры, подгары и оплавления на сердечнике. Якори с дефектами, для устранения которых требуется их разборка, ремонту в депо не подлежат.

Маслоотбойные и уплотняющие кольца проверяются обстукиванием на возможное ослабление их посадки и наличие трещин. Кольца с такими дефектами не ремонтируются и заменяются новыми.

Обмотка якоря проверяется визуально, выявляя возможные внешние и внутренние ее дефекты. Ими могут быть повреждение лобовых частей якорной обмотки, расслоение миканитового фланца, разрывы или выползание подбандажной изоляции в местах ее перегиба на торцевую часть, ослабление посадки металлического фланца в задней нажимной шайбе. Якоря, устранение неисправностей которых требует снятия с якоря бандажа или части изоляции, подлежат заводскому ремонту. Целостность обмотки и качество пайки в местах соединения ее шин с петушками коллекторов проверяется измерением активного сопротивления обмотки методом вольтметра—амперметра. О наличии в стартер-генераторе этих дефектов судят по отклонению измеренного сопротивления от допустимого для данного типа машин значения.

Клинья и бандажи тщательно осматриваются, проверяется надежность крепления обмотки, возможные механические повреждения бандажей, оплавления витков, ослабления, сдвиги и обрывы замковых скоб или обрыв конца витка в замке. Бандажи с перечисленными дефектами подлежат замене. Для обнаружения ослабления бандажей производят обстукивание, нанося молотком удары в тех местах, где под бандажами находятся зубцы якоря. Ударять по бандажу над пазом запрещается, так как это может привести как к растяжению бандажа, так и к порче изоляции обмотки.

Прочность установки клиньев в пазах сердечника якоря также проверяется обстукиванием. Ослабший клин при ударе по нему будет издавать дребезжащий звук. Клинья, ослабшие на длине более трети длины паза, подлежат замене.

Наиболее вероятным местом для возникновения дефектов являются задние лобовые части якорной обмотки, поэтому они осматривают-

ся особенно тщательно. Выявляют также возможные повреждения их чехла, подбандажной изоляции или ослабление посадки фланцев.

Коллектор осматривается и с целью определения износа измеряется его диаметр по рабочей части. Если он окажется менее браковочного размера, то якорь отправляется на завод для смены коллектора. Если измеренный диаметр имеет величину, позволяющую произвести обработку его поверхности для устранения выявленных на ней дефектов, то осмотр продолжается: выявляют износ рабочей поверхности якоря, подгары и оплавления на коллекторных пластинах, возможное выплавление припоя из петушков; проверяют качество пайки в них якорной обмотки и длину самих петушков.

Убеждаются в отсутствии трещин, прожогов или закопченности переднего миканитового конуса коллектора, ослабления или сдвига, на нем витков бандажа. По вибрации при ударе выявляют ослабление затяжки коллекторных болтов. Ослабшие болты подтягивают.

Продорожка коллектора выполняется на специальном полуавтоматическом станке или на токарном станке, оборудованном специальной установкой для продорожки. Продорожка выполняется дисковой фрезой на такую глубину, чтобы после обточки коллектора глубина канавок была 1,0...1,5 мм. Более глубокая продорожка будет приводить к тому, что при работе машины угольная пыль от истирающихся щеток будет скапливаться в канавках, создавая условия для возможного перекрытия зазора между соседними коллекторными пластинами электрической дугой. При меньшей глубине продорожки якорь придется ставить на внеочередной ремонт до истечения положенного межремонтного пробега.

Продорожка выполняется аккуратно, не допуская подреза стенок коллекторных пластин, нанесения рисок на рабочую поверхность коллектора, подреза и забоин на катушках, а также уступов по длине якоря на дне канавки.

Обточка коллектора выполняется на специальном или на токарном станке в два приема: вначале его обтачивают до устранения выработки или овальности рабочей поверхности, а затем шлифуют. Толщина снимаемой стружки во всех случаях должна быть по возможности минимальной.

Снятие фасок с пластин коллектора необходимо как для удаления заусенцев, так и в целях предотвращения затягивания меди пластин в канавки при работе машины. Фаски снимаются по краю коллектор-

ных пластин вдоль всей их длины вручную с помощью фасочника. Высота фаски должна быть не более 0,2...0,3 мм под углом 45°. При большей высоте фаски заметно уменьшится площадь рабочей поверхности пластины и, следовательно, рабочей поверхности коллектора, что повысит плотность тока под щетками и ухудшит работу машины.

Шлифуется коллектор на токарном станке деревянной колодкой со стеклянной бумагой № 00 и войлоком. На универсальном станке коллектор шлифуется стеклянной бумагой с последующей полировкой войлоком, закрепленным на специальном приспособлении. У отшлифованного коллектора проверяют его биение относительно шейки вала или рабочей поверхности подшипникового кольца. Оно не должно превышать размеров, приведенных в Приложении 13.

Миканитовые манжеты коллектора очищаются от загрязнения и подгаров мелкой стеклянной бумагой до удаления верхнего слоя лака. Зачищенное место тщательно протирается сухой чистой салфеткой и окрашивается изоляционной эмалью ГФ-92ХК не менее двух раз до получения сплошной глянцевой поверхности.

Стартер-генератор собирается в последовательности, обратной разборке. При этом проверяется перед сборкой сопротивление обмоток и прочность изоляции, которое должно быть не менее значений, приведенных в Приложении 13.

Траверса устанавливается по метке, имеющейся на подшипниковом щите.

3.8. Электродвигатель постоянного тока ДПТ-25

При производстве технических обслуживаний ТО-2, ТО-3 и текущих ремонтов ТР-1, ТР-2 и ТР-3 электродвигателя ДПТ-25 порядок определения неисправностей и последовательность их устранения во многом аналогичны работам, описанным для стартер-генератора 5 СГ.

При проведении наружного осмотра двигателя, а также оценки состояния коллектора и работ по его обслуживанию, целесообразно использовать рекомендации, приведенные в п. 3.5 и 3.7 настоящего пособия.

В случае отправки электродвигателя на текущий ремонт ТР-3 или обнаружения неисправностей и повреждений, для устранения которых требуется разборка электродвигателя, выполняются следующие работы:

– отсоединяется электродвигатель от электрической схемы тепловоза;

– снимается электродвигатель с тепловоза;

– очищается наружная поверхность электродвигателя от пыли и загрязнений;

– обдувается электродвигатель снаружи и внутри сжатым сухим чистым воздухом, очищаются поверхности сборочных единиц и деталей от загрязнений;

– замеряется сопротивление изоляции цепей с целью выявления участков с пониженным сопротивлением изоляции (сопротивление изоляции обмоток должно быть не менее 2,0 МОм).

Разборка электродвигателя, поступившего на ремонт, производится в аналогичной последовательности:

– отсоединяются от электродвигателя все подводящие кабели;

– снимаются с корпуса крышки смотровых люков и сетки;

– поднимаются щетки, отсоединяются кабели траверсы;

– выворачиваются болты крепления лабиринтного кольца;

– снимается кольцо лабиринтное;

– вывертываются болты крепления щита со стороны свободного конца вала;

– снимается щит, при помощи двух болтов, ввораживаемых в отжимные отверстия щита до соприкосновения со станиной;

– вывертываются болты и снимается крышка со стороны коллектора;

– надевается транспортная скоба на конусный конец вала якоря и закрепляется гайкой;

– выводится якорь из корпуса при соблюдении горизонтального положения во избежание повреждения коллектора и обмотки якоря о щеткодержатели;

– вывертывается и выпрессовывается подшипниковый щит со стороны коллектора при помощи болтов, ввораживаемых в отжимные отверстия щита;

– снимается щит с траверсой;

– отвертываются гайки, вытаскиваются болты с набором деталей, снимается траверса;

– разбираются подшипниковые узлы.

Сборка и разборка подшипниковых узлов производится в случае нагрева подшипников свыше 100 °С, при появлении повышенного неравномерного шума, переходящего в свист, а также стука и скрежета.

Осматривается подшипник. В случае обнаружения трещин, неравномерного износа или других повреждений на поверхности шариков и колец дефектный подшипник снимается с вала в холодном состоянии.

Новый подшипник промывается бензином, затем подогревается в ванне с маслом до 90 °С и насаживается на вал. Для подогрева подшипник следует подвесить так, чтобы он не касался стенок и дна ванны. Насаживается подшипник на вал легкими ударами молотка по торцовой части отрезка трубы из стали, при этом труба другой торцовой поверхностью упирается в насаживаемый подшипник. Внутренний диаметр его должен быть на 1,5 мм больше диаметра шейки вала, на которую наживается кольцо подшипника. Торец трубы должен быть ровно подрезан для обеспечения полного прилегания трубы к торцу кольца.

Щеткодержатели и щетки. Рабочая высота щетки должна быть для электродвигателя не менее 15 мм. Износившиеся щетки необходимо заменить новыми. Вновь установленные щетки должны быть притерты к коллектору до полного их прилегания. Притирка щеток производится стеклянной шкуркой.

После замены щеток (50 % и более) по возможности не следует давать машине сразу полную нагрузку. Рекомендуется в течение 8...10 ч давать машине 1/2 нормальной нагрузки, чтобы щетки приработались. Щетки должны свободно передвигаться вдоль обоймы (без заеданий) и в то же время не должны иметь люфт более допустимого (Приложение 14). При сработавшейся щетке можно допустить зазор по ширине не более 0,15 мм (по оси коллектора).

Периодически проверяется нажатие щеток на коллектор. Нормальное давление на поверхность прилегания щеток должно быть не менее 18 Н. Слишком сильное нажатие ведет к чрезмерному нагреванию коллектора и быстрому износу как коллектора, так и щеток. Слабое нажатие щеток вызывает опасное искрение. Зазор между нижней кромкой обоймы щеткодержателя и поверхностью коллектора должен составлять у электродвигателя 2...4 мм.

Подшипники. Осмотр подшипников и смена смазки в них (за исключением имеющих явные повреждения) производится при ТР-3. Во время работы электродвигателя подшипники не должны нагреваться выше нормы, т.е. нагрев подшипников при установившемся тепловом режиме не должен превышать 100 °С, а их шум во время

работы должен быть равномерным. При выявлении недопустимого превышения температуры, неравномерного или повышенного шума подшипники осматриваются, для чего производится разборка машины.

После вскрытия подшипник промывают вначале керосином, затем бензином, слегка наклонив остов обмоткой кверху. Проверяют радиальные зазоры в подшипниках, которые при износе допустимы до 0,1 мм.

В случае обнаружения радиального зазора выше допустимого, трещин или других внешних повреждений подшипник обязательно заменяется новым. Если при чистке и замене смазки повреждения не будут обнаружены, а шум или перегрев не исчезнет, подшипник также заменяется. Неисправный подшипник снимается с вала при помощи специального приспособления — струбцины или съемника. Для насадки на вал новый подшипник очищается от консервирующей смазки путем промывки бензином и затем нагревается в масле до температуры 80...90 °С. Подогреваемый подшипник нельзя класть на дно сосуда, наполненного маслом и находящегося на источнике тепла, а следует подвешивать так, чтобы он не касался стенок и дна сосуда.

Подогретый подшипник легко насаживается на вал посредством легких ударов молотка по медной прокладке, упирающейся во внутреннее кольцо подшипника, но не в наружное. Удары непосредственно по подшипнику не допускаются.

Прежде чем собрать подшипниковые узлы, надо заложить в них смазку, следя за тем, чтобы в подшипники не попали опилки, влага, пыль и т.п. Чрезмерное количество смазки может вызвать перегрев подшипников, поэтому полость каждого подшипника должна быть заполнена смазкой не более чем на 2/3 ее объема. Пространство между шариками и сепараторами в подшипнике заполняется смазкой по всей окружности, а углубления в наружной и во внутренней крышках от 1/3 объема углубления.

После сборки подшипниковых узлов рекомендуется в течение 2...3 мин вращать якорь вручную (для первоначального распределения смазки), потом в течение 5 мин вращать машину на холостом ходу при пониженном напряжении. Для проверки качества сборки подшипниковых узлов нужно включить машину на холостой ход на 5...10 мин при номинальной частоте вращения. Чрезмерное нагревание, повышенный или неравномерный шум покажут неудовлетворительную сборку или дефектность подшипников.

В процессе эксплуатации необходимо дозаправлять подшипники смазкой.

Сборка электродвигателя производится в порядке, обратном разборке.

При монтаже станину, катушки, полюсы и якорь протирают сухой чистой ветошью. Устанавливают полюсы с катушками в станину и затягивают болты. На вал надевают внутренние крышки, а затем напрессовывают подшипники. Со стороны вентилятора ставят подшипниковый щит, смазывают подшипник, устанавливают наружную подшипниковую крышку и затягивают болты.

Осторожно, избегая повреждения обмотки якоря, коллектора и полюсных катушек, вставляют якорь в станину до полной посадки подшипникового щита в расточку.

Устанавливают передний подшипниковый щит с предварительно закрепленной траверсой по метке, сделанной на траверсе и подшипниковом щите заводом-изготовителем. Подшипниковые щиты равномерно затягивают болтами. Подшипник заправляют смазкой, устанавливают наружную крышку подшипника и затягивают болты. Вставляют щетки в щеткодержатели, и коллекторные люки закрывают крышками.

При эксплуатации электродвигателя необходимо выполнять следующее: контролировать на ощупь нагрев станины и подшипниковых узлов; проверять, нет ли посторонних шумов; очищать их от грязи; проверять состояние клеммной коробки, контактных соединений, выводных кабелей и осматривать заземления; проверять крепление машин к каркасам, надежность крепления винтов, стопорящих пакет статора двигателя (при необходимости завернуть их до упора), все крепящие болты и гайки (при необходимости их довернуть).

Проверяется состояние изоляции обмотки статора; выводных кабелей; состояние изоляции; следов от ударов и др. При повреждении изоляции обмотки статора до меди обмотка подлежит замене (перемотке). При повреждении кабелей их необходимо изолировать двумя слоями лакотканевой ленты толщиной 0,2 мм и одним слоем киперной ленты с последующим покрытием изоляционным лаком.

Проверяется крепление смазочных трубок, свободное прохождение смазки по трубкам. При наличии плохого крепления смазочные трубки закрепляются, а при засорении — прочищаются.

Необходимо своевременно менять и добавлять смазку в подшипники с периодичностью, указанной в карте смазки. Подается смазка шприцем через отверстия или трубки в крышках подшипников. Применение смазки различных типов без промывки подшипников не рекомендуется.

3.9. Электродвигатель постоянного тока 4 ПНЖ 200 МА

Техническое обслуживание двигателей 4 ПНЖ 200 МА предусматривает те же работы, что и при ТО ДПТ-25 и других коллекторных двигателей; обращается особое внимание на состояние поверхности коллектора.

При осмотре щеток и щеткодержателей особое внимание уделяется надежности крепления щеткодержателей, причем расстояние между нижней кромкой обоймы и коллектором должно составлять от 2 до 3 мм.

После очистки коллектор продувается сухим сжатым воздухом давлением не более 0,2 МПа. Обращается особое внимание на чистоту канавок между коллекторными пластинами, при необходимости их очищают от пыли жесткой волосяной щеткой. При наличии загрязнения коллектор протирают чистой безворсовой салфеткой, смоченной в бензине или спирте до полного удаления грязи.

Щетки должны перемещаться в своих гнездах свободно, но должен быть обеспечен зазор между щеткой и щеткодержателем: по толщине щетки от 0,08 до 0,25 мм, но не более 0,5 мм, по ширине щетки от 0,1 до 0,3 мм, но не более 0,8 мм. Рабочая поверхность щеток должна быть полированной и гладкой. Щетки, имеющие сколы (более 10...15 % рабочей поверхности), трещины, повреждения арматуры и жгутиков, заменяют новыми той же марки с обязательной притиркой по коллектору.

Не допускается установка на одном коллекторе щеток разных марок. Проверяется зазор между поверхностью коллектора и нижней кромкой обоймы щеткодержателя, который должен находиться в пределах от 2 до 3 мм.

Проверяется сопротивление изоляции, при сопротивлении изоляции ниже 2 МОм электродвигатель необходимо просушить.

Текущие ремонты ТР-1 и ТР-2 электродвигателя предназначены для устранения обнаруженных неисправностей и обеспечения рабо-

тоспособности электродвигателя путем ревизии, замены или восстановления отдельных узлов, деталей и выполняются без снятия электродвигателя с тепловоза. При текущем ремонте ТР-3 электродвигатель снимается с тепловоза. Основные работы при ТО-3: очистка, разборка и проверка всех основных узлов.

Проверяют пайку якорных секций к петушкам. Производят сушку в течение 2 ч при температуре 120 °С и 1,4 ч при 160 °С.

Подшипниковые узлы разбирают, удаляют остатки прежней смазки, промывают в уайт-спирите и сушат. Осматривают подшипники, при обнаружении забоин и других дефектов, влияющих на качество работы, подшипники заменяют.

Электродвигатель 4 ПНЖ 200 МА разбирается в определенной последовательности:

– отсоединяют от электродвигателя все подводящие кабели;

– снимают крышки с окон над коллектором;

– поднимают щетки и отсоединяют кабели от траверсы;

– вывертывают болты и снимают крышку подшипника переднего щита;

– вывертывают болты и снимают передний подшипниковый щит, избегая перекосов; предварительно коллектор обертывается бумагой;

– вывертывают болты заднего подшипникового щита;

– вынимают из магнитной системы якорь вместе с задним подшипниковым щитом (с помощью специальной скобы и отжимных болтов), соблюдая осторожность, чтобы не повредить обмотки;

– вывинчивают трубки для замены смазки;

– вывертывают болты и снимают наружное лабиринтное кольцо;

– снимают щит;

– при необходимости снимают траверсу с переднего подшипникового щита, предварительно открутив болты, крепящие ее к щиту.

Технология ремонта и восстановления работоспособности электродвигателя 4 ПНЖ 200 МА аналогична технологии, описанной для стартер-генератора 5 СГ.

Электродвигатель собирается в последовательности, обратной разборке. При этом проверяется перед сборкой сопротивление обмоток и прочность изоляции, устанавливается траверса по метке, поставленной на подшипниковом щите.

При сборке электродвигателей посадочные места протирают сухой ветошью и смазывают тонким слоем смазки.

3.10. Синхронный возбудитель ВСТ 26-3300

При техническом обслуживании возбудителя состав работ по остову в целом совпадает с приведенным в п. 3.7 и 3.9.

При техническом обслуживании синхронного возбудителя учитывается особенность его конструкции — отсутствие коллектора. Производятся следующие работы: обтирают поверхности траверсы, контактных колец и изоляционной втулки, на которую они напрессованы до полного устранения загрязнений, особое внимание обращая на чистоту втулки между контактными кольцами и со стороны отводов контактных колец. Проверяют состояние контактных колец, щеток и щеткодержателей. Заменяют щетки, имеющие повреждения и предельный износ. Вновь устанавливаемые щетки должны быть притерты на специальном барабане, имеющем диаметр, равный диаметру контактных колец.

При осмотрах и замене щеток приподнимается рычаг щеткодержателя за курок, перемещается рычаг в момент его отрыва от щетки в противоположную сторону, опускается рычаг в зазор между щеткой и ограничительной осью щеткодержателя (в паз в корпусе щеткодержателя). Во избежание повреждения щеток запрещается резко опускать рычаг щеткодержателя на щетку. Рычаг не фиксируется в поднятом состоянии. Неисправные щеткодержатели заменяют. При замене щеткодержателей должны быть выдержаны установленные зазоры относительно рабочей поверхности контактных колец.

Очистка возбудителя и его составных частей от эксплуатационных загрязнений осуществляется моющей жидкостью, для составления которой рекомендуется использовать водные растворы моющих средств, указанных в п. 3.2. В случае отправки возбудителя на текущий ремонт ТР-3 или обнаружения неисправностей и повреждений, для устранения которых требуется разборка возбудителя, необходимо выполнить следующие работы:

— отсоединить возбудитель от электрической схемы тепловоза и от других составных частей тепловоза;

— отвернуть элементы резьбовых креплений возбудителя на тепловозе;

— снять возбудитель с тепловоза;

— снять полумуфту с вала якоря;

— очистить возбудитель от пыли и загрязнений;

— замерить сопротивление изоляции с целью выявления участков с пониженным сопротивлением.

Каждый случай монтажа и демонтажа отмечается в паспорте возбудителя и учетной документации депо с указанием даты, объема проведенной работы, номера тепловоза и величины пробега от начала эксплуатации возбудителя.

Разборка снятого с тепловоза возбудителя производится в следующем порядке (рис. 3.8):

— снимаются съемные сетки *16*;

— вытаскиваются щетки из щеткодержателей *9* и обертывается рабочая поверхность контактных колец одним слоем электроизоляционного картона;

— отвинчиваются болты *13* и снимается наружная крышка подшипника *14* со стороны, противоположной приводу;

— отвинчиваются болты *12* и снимается подшипниковый щит *11* со стороны, противоположной приводу, при помощи болтов, вворачиваемых в отжимные отверстия;

— отвинчиваются болты *4* крепления подшипникового щита со стороны привода;

— устанавливается на вал якоря транспортная скоба *8*;

— выпрессовывается подшипниковый щит *5* со стороны привода при помощи выжимных болтов;

— выводится якорь *18* из магнитной системы перемещением его строго горизонтально, при этом необходимо следить за тем, чтобы не повредить поверхности бандажей и контактных колец;

— отвинчиваются болты *1* крепления наружной крышки подшипника *3* со стороны привода;

— спрессовывается наружное уплотнительное кольцо *2* вместе с наружной крышкой подшипника *3* со стороны привода при помощи выжимных болтов;

— снимается с подшипника *6* подшипниковый щит *5* со стороны привода;

— отвинчиваются болты *5* крепления и снимается траверса с подшипникового щита *11* со стороны контактных колец.

После мойки и сушки все детали возбудителя осматривают для выявления механических и электрических повреждений. Особое внимание обращают на состояние привалочных и посадочных поверхностей крышек, подшипниковых щитов, лабиринтных колец и

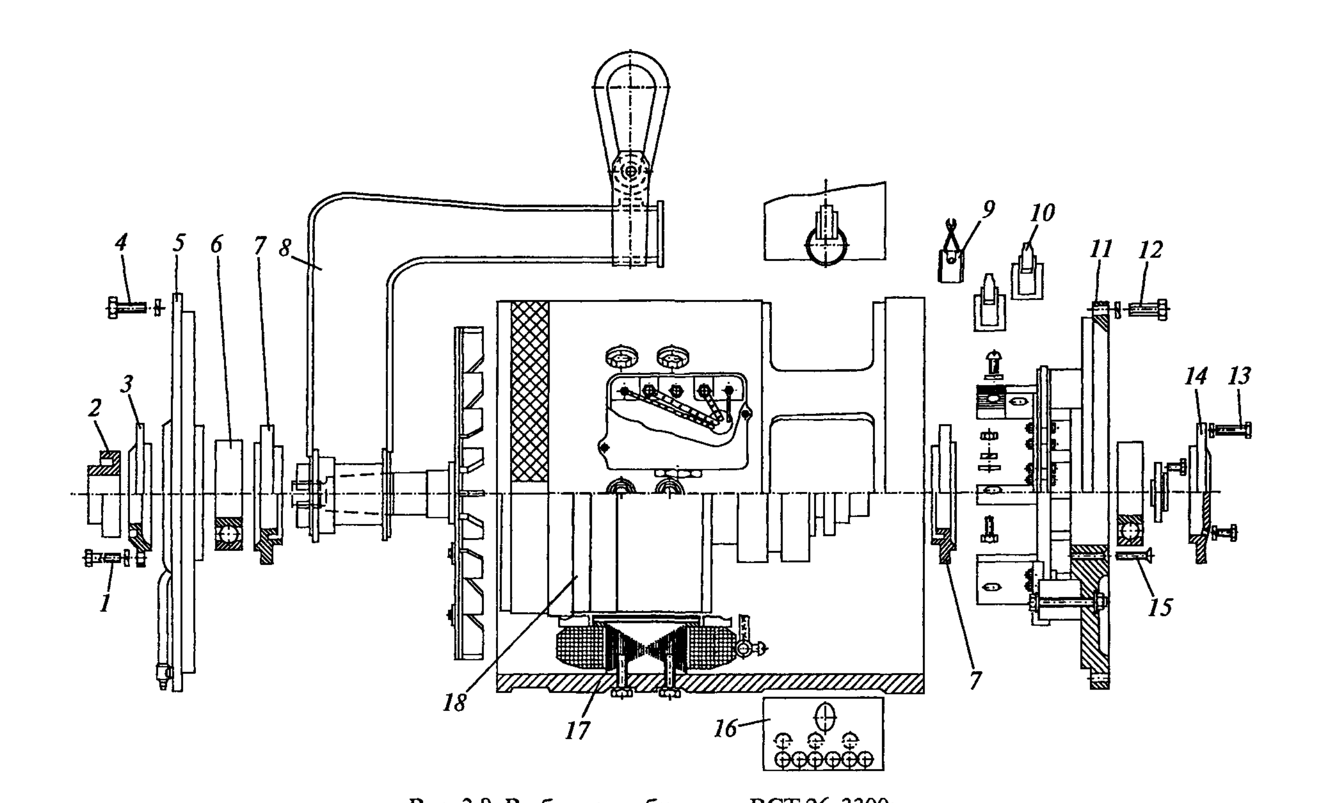


Рис. 3.8. Разборка возбудителя ВСТ 26-3300:

1, 4, 12, 13 — болты; *2* — уплотнительное кольцо; *3 , 14* — наружная крышка подшипника; *5, 11* — подшипниковый щит; *6* — подшипник якоря; *7* — внутренняя крышка подшипника; *8* — транспортная скоба; *9* — щетка; *10* — щеткодержатель; *15* — винт; *16* — сетка; *17* — станина; *18* — якорь

втулок. Забоины и задиры на привалочных и посадочных поверхностях зачищают. При наличии сорванных лабиринтов у крышек и колец эти детали заменяют новыми или восстанавливают наплавкой и обработкой до достижения чертежного размера (см. Приложение 16). После устранения механических повреждений детали по посадочным поверхностям обмеряют. Замеры производят штихмассом три раза со сдвигом на 120° по окружности и берут средний из них. Замеряют посадочные поверхности, определяют натяги посадок подшипниковых щитов в остов и лабиринтных колец согласно норм, приведенных в Приложении 16.

Резьбовые поверхности проверяют калибром класса 7Н. При ослаблении резьбы или забитых и сорванных нитках ее восстанавливают наплавкой или нарезают следующий ремонтный размер.

Катушки полюсов осматривают и по внешним признакам определяют возможные дефекты. Ослабленные катушки на полюсах закрепляют. При механическом повреждении изоляции или ее местном перегреве катушку заменяют. Если поверхность катушек полюсов чистая, ровная и одинакового цвета, а заделка выводов, межкатушечные соединения и наконечники находятся в хорошем состоянии, то полюсные катушки из остова не вынимают.

Тщательно осматривают места закрепления межкатушечных соединений между собой или к скобам на остове. Местные повреждения изоляции межкатушечных проводов восстанавливают наложением изоляционной ленты с промазкой и закреплением ее изоляционным лаком ГФ-92ХК на целой части изоляции. Погнутые наконечники выправляют, а имеющиеся перегревы на их рабочей поверхности зачищают шлифовальной шкуркой. Выправленный и очищенный наконечник облуживают припоем ПОССу-40-0,5. В качестве флюса используют 35%-й раствор канифоли в спирте. Если наконечник не может быть отремонтирован на месте, то его заменяют. Для этого провод у наконечника обрезают, зачищают и облуживают. Подготовленный таким образом провод вставляют в облуженный наконечник и пропаивают.

Межкатушечные соединения не должны быть натянутыми и не иметь свободного перемещения. Натянутое положение может привести к обрыву жил проводов, обрыву наконечников и другим повреждениям, а свободное перемещение — к перетиранию изоляции, если этот провод касается другого провода или деталей возбудителя, и к излому жил провода у наконечника.

При исправности всех деталей магнитной системы проверяют расстояние между полюсами, подтягивают ослабленные болты полюсов и покрывают катушки изоляционной эмалью ГФ-92ХК. Сушат изоляцию и замеряют сопротивление, которое должно соответствовать величинам, приведенным в Приложении 16. При обнаружении катушки с поврежденной изоляцией, которая не может быть исправлена, или катушки с межвитковым замыканием, или с внутренним пробоем изоляции производят замену катушки.

Установку полюса производят при помощи специального приспособления, исключающего повреждение изоляции. Подъем катушек за выводы не допускается. Установленный в остов полюс закрепляют болтами, обращая особое внимание на постановку уплотняющих и регулировочных прокладок. До окончательного закрепления проверяют полярность полюса, а после закрепления — расстояние между полюсами по диаметру и между собой, обеспечивая необходимые размеры согласно Приложению 16.

Возбудитель оборудован встроенным вентилятором, который болтами прикреплен к ступице. При ослаблении ступицы на валу или наличии в ней трещин якорь направляют на заводской ремонт. При обнаружении трещин в лопатках колеса вентилятора его снимают, трещины разделывают, заваривают и зачищают, после чего производят балансировку.

При ослаблении контактных колец их можно закрепить следующим образом: концы обмотки якоря отпаиваются от контактных колец, кольца спрессовываются с вала якоря. На валу в месте посадки колец фрезеруется шпоночный паз, а в кольцах делается паз под шпонку. Стальную шпонку размером 40 × 5 × 5 мм заводят в паз на валу и насаживают контактные кольца при температуре 100...120 °С. После этого к контактным кольцам припаивается обмотка якоря.

Вал якоря проверяется магнитным дефектоскопом. При обнаружении трещины в любой части вала якорь бракуется, трещины на валах заварке не подлежат. Резьбу вала проверяют калибром класса 7Н. Изношенная резьба, шпоночные канавки заплавляют, а затем обрабатывают до чертежного размера (см. Приложение 16). Изношенные посадочные поверхности вала восстанавливают наплавкой или применяют осталивание.

Валы, имеющие на посадочных поверхностях риски, задиры общей площадью не более 10 %, разрешается оставлять с зачисткой

выступающих краев. Поперечные риски на галтелях разрешается зашлифовывать с плавным переходом к основной поверхности. Изгиб вала может быть устранен механической правкой. После правки вал проверяется на токарном станке.

Перед сборкой возбудителя выполняются следующие работы:

— собирается магнитная система в случае замены полюсов с последующей окраской ее внутренней поверхности электроизоляционной эмалью ГФ-92ХС;

— проверяется электрическая прочность изоляции магнитной системы, якоря и траверсы относительно корпуса в холодном состоянии;

— насаживаются на вал якоря внутренние крышки подшипников и уплотнительные кольца, а затем подшипники;

— заправляются свежей смазкой внутренние камеры, подшипники, наружные камеры и трубка для добавления смазки;

— смазываются свежей смазкой резьбовые поверхности болтов и посадочные поверхности подшипниковых щитов и крышек.

Сборка возбудителя и его составных частей производится в порядке, обратном разборке.

По окончании всех ремонтных и сборочных работ проверяется радиальное биение контактных колец; измеряется сопротивление изоляции обмоток в холодном состоянии; испытывается электрическая изоляция на прочность напряжением 1200 В частотой 50 Гц в течение 60 с.

3.11. Асинхронный электродвигатель АНЭ 225L4

Техническое обслуживание электродвигателя АНЭ 225L4 предназначено для проверки его технического состояния, поддержания в чистоте и выполняется без снятия его с электровоза.

В процессе выполнения работ производится внешний осмотр электродвигателя, очистка снаружи от пыли и грязи, проверяется на ощупь нагрев статора и подшипниковых щитов. Проверяется его крепление и состояние заземления.

Во включенном состоянии проверяется на слух работа электродвигателя, при которой не должно возникать посторонних шумов и стуков.

Текущие ремонты электродвигателя предусматривают очистку, осмотр статора и подшипниковых щитов на отсутствие трещин и на-

дежность крепления. Осуществляют также проверку крепления электродвигателя к основанию и при необходимости производят подтягивание болтов.

Проверяют на слух работу подшипников в течение 4...3 мин, обращая особое внимание на нагрев крышек подшипников, отсутствие посторонних шумов и стуков.

Снимают крышку коробки выводов, проверяют и протирают панель зажимов чистой ветошью и проверяют надежность крепления наконечников.

Измеряют сопротивление изоляции обмотки статора мегомметром на 1000 В. При сопротивлении изоляции менее 1 МОм ее следует просушить.

Производят смазку подшипниковых узлов.

В зависимости от величины пробегов в эксплуатации или дефектов электродвигатель может быть отремонтирован в объеме деповского или капитального заводского ремонта.

В процессе выполнения работ производится подтяжка болтов, крепящих подшипниковые щиты. Следует проверить зазор между ротором и статором, который должен быть в пределах, указанных в Приложении 17. Выявленные неисправности следует устранить или заменить электродвигатель.

Электродвигатели, поступившие на ТР-3 и заводской ремонт, подлежат разборке с выемкой ротора. Статоры электродвигателей, поступивших в капитальный ремонт после пробега 1120...1680 тыс. км, должны быть разобраны с выемкой обмотки.

Перед подачей на разборку и дефектацию электродвигатель очищают от грязи ветошью и продувают сухим сжатым воздухом.

При предварительной дефектации электродвигателей производят следующие работы: проверку сопротивления изоляции электродвигателя мегомметром на 1000 В (сопротивление должно быть не менее 1 МОм в холодном состоянии); проверку электродвигателя на холостом ходу с подключением к сети на номинальное напряжение 380 В.

При работе электродвигателя проверяют отсутствие: обрыва обмотки, замыкания в обмотке, замыкания выводов фаз, задевания ротора о статор, повышенной вибрации.

Наличие дефектов в обмотке определяется повышенным гудением, перегревом отдельных частей обмотки и неравномерным распределением тока в линейных проводах сети.

Обмотка статора, имеющая обрыв и междувитковые замыкания или пробой на корпус или пониженное сопротивление изоляции менее 1 МОм, неустранимое сушкой, подлежит выемке из пазов и замене новой независимо от пробега электромашины в эксплуатации.

Разборка электродвигателя для выполнения ТР-3 производится в следующей последовательности.

Отвертывают по 4 болта М8 × 80 и при помощи отжимных болтов снимаются наружные крышки подшипников. Уплотнительное кольцо снимают одновременно с наружной крышкой. В качестве отжимных болтов допускается использовать болты крепления крышек к щиту.

Отвертывают по 8 болтов М10 × 40 крепления переднего и заднего подшипниковых щитов к станине. Снимают подшипниковые щиты с помощью отжимных болтов. В качестве отжимных болтов допускается использовать болты крепления щитов к статору.

Вынимают ротор из статора. Приподнимают ротор и вкладывают в образовавшийся зазор полосу электрокартона толщиной 0,3...0,4 мм для предохранения обмотки статора и антикоррозионного покрытия ротора от повреждения при выемке ротора.

Устанавливают приспособление для выемки ротора и вынимают ротор, перемещая его вдоль оси в направлении свободного конца вала; ротор укладывают на деревянные бруски.

Снимают с двух концов вала упорные кольца и выбивают шпонку 2 × 10 × 8 из шпоночного паза.

Снимают подшипники вместе с внутренними крышками с вала ротора при помощи съемника.

Промывают в керосине все металлические детали. Очищают от пыли и грязи обмотку статора, затем продувают ее сжатым воздухом. Обмотку, не подлежащую замене, протирают ветошью, предварительно смоченной в спирте. Статор, ротор и подшипниковые щиты маркируют.

Осматривают изоляцию лобовых частей и выводов фаз обмотки (в обмотках статоров среднего ремонта).

Проверяют состояние пакста листов сердечника статора, убеждаются в отсутствии выжигов, коррозии, распушения листов.

Осматривают станину, проверяют качество приварки всех деталей, наличие трещин в станине и в сварных швах.

Проверяют диаметры горловин станины под подшипниковые щиты. Определяют износ посадочной поверхности горловины пу-

тем замера двух взаимно-перпендикулярных диаметров. Средний диаметр горловины, равный полусумме диаметров, должен быть в пределах величин, приведенных в Приложении 17.

Определяют овальность посадочной поверхности горловины. Овальность горловины должна быть в пределах величин, приведенных в Приложении 17.

Проверяют проходные и резьбовые отверстия станины. Замеряют диаметры отверстий в лапах станины для установки на электровозе. Размеры должны соответствовать величине, приведенной в Приложении 17.

Задиры, раковины на посадочных поверхностях горловин станины под подшипниковые щиты устраняют зачисткой.

Изношенную или сорванную резьбу в станине рассверливают и нарезают резьбу ближайшего большего диаметра, при этом соответственно рассверливают и проходные отверстия в сопрягаемых деталях.

Подшипниковые щиты и крышки тщательно осматривают для выявления вмятин, трещин, отколов и других повреждений. Проверяют отсутствие трещин в сварных швах подшипниковых щитов. В связи с возможной деформацией внутренних крышек при съеме подшипников проверяют соответствие их конфигурации чертежу.

Определяют износ посадочных поверхностей подшипниковых щитов. Измеряют в каждом подшипниковом щите диаметр посадочной поверхности в станине и диаметр гнезда под посадку подшипника. Замеры производят по концам и в середине посадочной поверхности по двум взаимно-перпендикулярным диаметрам. Средний диаметр в каждой плоскости измерения вычисляют как полусумму двух диаметров. По вычисленным диаметрам определяют натяг и соответствие этих величин установленным допускам согласно Приложению 17.

Измеряется толщина каждого подшипникового щита в местах отверстий для болтов, крепящих щит к станине, которая должна соответствовать данным. Измеряется диаметр проходных отверстий под болты крепления подшипникового щита к станине. Допускаемые значения диаметров приведены в Приложении 17.

Проверяют в крышках подшипниковых щитов диаметр проходных отверстий под болты крепления крышки к подшипниковому щиту и диаметр посадочной поверхности крышки в подшипниковый щит. Проверяют резьбовые отверстия крышек калибрами, соответствую-

щими полю допуска резьбы 7Н. Замеряют толщину крышек по оси отверстий для крепления к подшипниковому щиту.

Проверяют состояние лабиринтных поверхностей крышек подшипниковых щитов. Допускается оставлять раковины в лабиринтных нитках длиной не более 3 мм каждая, при общей их длине на одной нитке не более 5 %. При этом не должно быть совпадения раковин на двух смежных нитках лабиринта. Крышки с отколом лабиринта заменяются новыми.

При необходимости заваривают трещины в сварных швах подшипниковых щитов. Зачищают забоины и заусенцы на посадочных местах и в гнездах под подшипники. Подлежат замене подшипниковые щиты при наличии трещин и отколов в местах посадки подшипника и щитов в станину, в замковой поверхности.

Направляющие щитки (воронки) подшипниковых щитов выправляют по профилю, трещины в воронке или цилиндре щитка заваривают с последующей тщательной зачисткой. Проверяют креплениe направляющего щитка. В случае крепления 4 болтами, следует дополнительно закрепить еще 4 болтами М6 × 16 с шайбами (стопорными или пружинными).

Крышки подшипников при наличии трещин в привалочных плоскостях, отколов и повреждений лабиринтов заменяют новыми. Допускается оставлять без исправления раковины в лабиринтных нитках длиной не более 3 мм. Все другие трещины разделывают, заваривают; восстанавливают согласно чертежу конфигурацию крышек, погнутых при разборке.

Поверхности подшипниковых щитов и крышек покрывают серой эмалью ПФ-115.

Проверяют крепление клиньев в пазах статора. В случае ослабления клинья выбивают из пазов, подкладывают необходимое число прокладок из стекломиканита, и клинья устанавливают вновь на кремнийорганической эмали воздушной сушки КО-911. Сломанные клинья заменяют новыми.

Осматривают обмотку статора, сушат, при необходимости покрывают кремнийорганическим лаком КО-935.

Коробку выводов протирают салфетками, смоченными в бензине и тщательно осматривают изоляционную колодку, панель, токоведущие детали, клеммные гайки и шайбы, корпус, крышку и уплотняющие прокладки клеммной коробки. Снимают и заменяют

новыми изоляционные детали (панель, колодку), у которых выявлены обгары, трещины или отколы.

Токоведущие гайки и шайбы при наличии обгара, коррозии, неисправной резьбы и уплотняющие прокладки заменяют новыми.

Осматривают ротор, проверяют состояние замыкающих колец, вентиляционных крыльев беличьей клетки. Проверяют специальным прибором целостность стержней короткозамкнутой обмотки ротора. Ротор электродвигателя в случае обрыва стержней в пазах подлежит замене или должна быть выполнена перезаливка обмотки.

Устраняют задиры, риски, овальность, конусообразность на шейках вала, а также восстанавливают размеры, обеспечивающие натяг пакета листов ротора (у выпрессованного вала), упорных колец, роликового кольца и шарикоподшипника при посадке на вал в пределах норм, приведенных в Приложении 17. При этом используют напыление, хромирование, металлизацию или вибродуговую наплавку под слоем флюса с последующей механической обработкой до чертежных размеров. При проточке переходные галтели выполняют также согласно чертежу.

Допускается оставлять без исправлений не более трех продольных рисок на шейках вала глубиной до 0,1 мм, а также овальность, конусообразность и биение шеек вала в местах посадки подшипников, пакета листов ротора не более величин, указанных в Приложении 17.

Резьба в торцах вала, не соответствующая полю допуска резьбы 7H, восстанавливается электронаплавкой с последующей механической обработкой и нарезанием новой резьбы.

Проверяют центры вала, и при необходимости вал исправляется с учетом норм на биение вала в месте посадки подшипников, в месте посадки приводимого механизма и в месте посадки пакета листов ротора (у выпрессованного вала).

Непараллельность граней шпоночных канавок вала разрешается устранить уширением канавки до 1 мм с постановкой ступенчатых шпонок. Большая выработка шпоночных канавок устраняется электронаплавкой с последующей обработкой по чертежу.

Подлежит выпрессовке и замене новым вал ротора при наличии на одной из шеек вала трещины, которую нельзя устранить шлифовкой в пределах допусков.

Проверяют плотность посадки пакета листов на валу; в случае ослабления посадки пакета вал ротора выпрессовывают.

Осматривают вал ротора, проверяют шейки вала магнитным дефектоскопом при снятых подшипниках и кольцах. Определяют износ шеек вала. Размеры шеек вала должны быть в пределах величин, приведенных в Приложении 17. Заварка трещин на валах запрещается. Резьба в торцах вала должна соответствовать полю допуска резьбы 7Н.

Измеряют диаметр наружной поверхности ротора и внутренний диаметр ротора (в случае выпрессовки вала), которые должны быть в пределах величин, указанных в Приложении 17.

Отремонтированный и собранный ротор подвергают динамической балансировке в двух плоскостях. Дисбаланс устраняется путем установки грузов. Допустимое число грузов на два штыря не более 5 шт. При невозможности выполнения балансировки на бонках допускается динамическая балансировка ротора на крыло.

Поверхность ротора окрашивают красно-коричневой эмалью КО-935.

Сборка электродвигателя производится укомплектованными узлами и деталями данной машины, согласно маркировке, сделанной при разборке. Выбракованные при дефектации негодные детали заменяют новыми, изготовленными по чертежам.

Статор и ротор продувают сухим сжатым воздухом.

Очищают посадочные поверхности на валу и крышке и смазывают тонким слоем смазки ЖРО. Промывают бензином Б-70 детали подшипникового узла. На вал ротора устанавливают с обеих сторон внутренние крышки подшипников так, чтобы выточка для подачи смазки была сверху.

Заполняют смазкой ЖРО внутреннюю полость крышек на 1/2 объема.

Нагревают подшипники до температуры 80...90 °С, заполняют смазкой ЖРО и насаживают на вал до упора маркированной стороной наружу роликоподшипник 2315 КМШ со стороны длинного конца вала и шарикоподшипник 70-315Ш со стороны короткого конца вала. Устанавливают со стороны короткого конца вала упорное пружинное кольцо шарикоподшипника.

На станину устанавливают отремонтированную коробку выводов, проложив между коробкой и станиной прокладку из резины ТМКЩ-С2-5.

Коробку прикрепляют к станине 4 болтами М8 × 16, подложив под головки болтов пружинные шайбы. В коробке размещают панель выводов и крепят ее к коробке 4 винтами М8 × 18.

Протягивают через отверстия станины выводные провода статора, их наконечники крепят к контактным болтам панели двумя гайками М8, подложив под них по одной простой и одной пружинной шайбе. Присоединение выводных концов к клеммной колодке коробки выводов должно обеспечить направление вращения вала электродвигателя по часовой стрелке, если смотреть на электродвигатель со стороны торца электродвигателя, к которому смещена коробка выводов.

Зажимают провода в изолирующей колодке, которая крепится к панели коробки выводов двумя гайками М8 с шайбами.

Прокладывают на внутреннюю поверхность пакета статора лист электрокартона толщиной 0,3...0,4 мм таким образом, чтобы выступающая часть электрокартона предохраняла от повреждений лобовые части обмотки. При помощи приспособления и подъемного механизма осторожно вводят ротор в статор, не допуская повреждения обмотки и ротора. После введения ротора картонную прокладку вынимают и ротор кладут на внутреннюю поверхность пакета статора.

Устанавливают подшипниковые щиты и наружные крышки подшипников. Во внутренние крышки подшипников вставляют направляющие шпильки М8 × 120.

Насаживают подшипниковый щит со стороны короткого конца вала, ориентируясь на разметку, сделанную при разборке, и на управляющую шпильку. Щит закрепляют 8 болтами М10 × 40, подложив под головки болтов пружинные шайбы. Подшипниковые щиты допускается устанавливать после нагрева статора индукционным нагревателем до температуры 85...95 °С. Замки щитов перед установкой смазывают смазкой ЖРО.

Заполняют смазкой ЖРО также свободный объем шарикоподшипника. Остаток смазки закладывают в камеру наружной крышки, заполнив ею 1/2 объема, располагая смазку ближе к замку. Этой же смазкой смазывают сопрягаемые поверхности щита и крышки.

Устанавливают наружную крышку со стороны короткого конца вала и крепят 4 болтами М8 × 80, направляющую шпильку при этом вывертывают. Под головки болтов подкладывают пружинные шайбы. Аналогично устанавливается подшипниковый щит со стороны длинного конца вала.

Заполняют смазкой ЖРО свободный объем роликоподшипника. Смазку закладывают в камеру наружной крышки роликоподшипника

на 1/2 объема, располагая ее ближе к замку. Сопрягаемые поверхности щита и крышки смазывают смазкой ЖРО.

Устанавливают наружную крышку со стороны длинного конца вала и закрепляют 4 болтами М8 × 80, вывертывая направляющую шпильку. Под головки болтов подкладывают пружинные шайбы.

Вставляют шпонку 10 × 8 × 22 мм в шпоночный паз вала и устанавливают со стороны роликоподшипника уплотнительное кольцо и пружинное упорное.

В собранном электродвигателе проверяют свободное вращение ротора: «от руки» ротор должен вращаться свободно без заедания.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции цепей электрических машин постоянного и переменного тока относительно корпуса и между обмотками измеряется мегомметром напряжением на 2500 В для тяговых электрических машин и 1000 В для вспомогательных электрических машин.

Для измерения сопротивления изоляции цепей электрической машины в сборе относительно корпуса вывод «ЗЕМЛЯ» прибора присоединяется к любой неокрашенной части корпуса магнитной системы, а вывод «ЛИНИЯ» — поочередно к наконечнику одного из проводов цепи обмотки возбуждения и якорной цепи.

Для измерения сопротивления изоляции цепей добавочных полюсов и траверсы в собранной электрической машине относительно корпуса необходимо поднять все щетки или подложить изоляционные прокладки под щетки и присоединить вывод «ЛИНИЯ» прибора к наконечнику одного из выводов, а вывод «ЗЕМЛЯ» прибора — к любой неокрашенной части корпуса магнитной системы.

Для измерения сопротивления изоляции траверсы в собранной электрической машине относительно корпуса поднимаются все щетки (или подкладываются изоляционные прокладки под все щетки); отсоединяется провод, идущий от траверсы к добавочному полюсу, и присоединяется вывод «ЛИНИЯ» прибора к наконечнику провода, а вывод «ЗЕМЛЯ» прибора — к любой неокрашенной части корпуса магнитной системы.

Для измерения сопротивления изоляции полюса в собранной магнитной системе относительно корпуса необходимо отсоединить его от других полюсов и присоединить вывод «ЛИНИЯ» прибора к одному из выводов катушки, а вывод «ЗЕМЛЯ» прибора присоединить к любой неокрашенной части корпуса магнитной системы.

Для измерения сопротивления изоляции якоря в собранной электрической машине относительно корпуса поднимаются все щетки, закорачивается коллектор якоря тонкой медной неизолированной проволокой или шиной, присоединяется вывод «ЛИНИЯ» прибора к любой пластине коллектора (проволоке или шине), а вывод «ЗЕМЛЯ» — к валу якоря.

Для измерения сопротивления изоляции между обмотками в собранной электрической машине присоединяется один из выводов прибора к любому из наконечников проводов обмотки якоря, а другой вывод — к любому из наконечников обмотки возбуждения. По окончании измерения сопротивления изоляции обмотка разряжается присоединением к выводным проводам обмоток (к пластинам коллектора) заземленного провода, а также снимается с коллектора якоря медный провод (шина).

В связи с тем что каждая звезда обмотки статора синхронного тягового генератора имеет самостоятельные выводы, измерение сопротивления изоляции производится отдельно. Для этого зажим мегомметра «ЗЕМЛЯ» присоединяется к корпусу в неокрашенном месте, а зажим «ЛИНИЯ» — к одному из фазных выводов. Притом выводы второй звезды должны быть соединены с корпусом тягового генератора. После измерения сопротивления изоляции одной звезды в такой же последовательности измеряется сопротивление изоляции второй звезды.

При такой методике измерения сопротивления изоляции статорной обмотки синхронного тягового генератора нет необходимости измерять сопротивление изоляции между звездами.

Для измерения сопротивления изоляции цепей электрической машины переменного тока в сборе относительно корпуса вывод «ЗЕМЛЯ» мегомметра присоединить к любой неокрашенной части корпуса статора, а вывод «ЛИНИЯ» — к наконечнику любой из фаз (U, V, W).

Установка щеток в нейтральное положение

При установке щеток в нейтральное положение применяется следующее оборудование, приборы и принадлежности: специальные медно-графитовые щетки — шесть штук; вольтметр типа М-45 с пределом измерений 3 В и нулем посередине шкалы; провода сечением от 1,5 до 2,5 мм для подключения вольтметра к цепи якоря; оборудование, приборы и инструменты, позволяющие осуществлять проворачивание траверсы, подачу питания в обмотку возбуждения тягового электродвигателя (напряжение 50 В и ток от 100 до 150 А), а также быстро отключать обмотку возбуждения от источника питания, наносить риски на траверсе и остове для контроля установки щеток в нейтральное положение.

Установка щеток в нейтральное положение производится в следующем порядке. Проверяется равномерность расположения щеток по длине окружности коллектора. Все щетки вынимаются из окон щеткодержателей и закрепляются в корпусах щеткодержателей. Затем вставляется по одной медно-графитовой щетке в каждый щеткодержатель со стороны конуса коллектора и подключается вольтметр через коллекторный люк к двум соседним щеткодержателям. Обмотка возбуждения тягового электродвигателя подключается к источнику постоянного тока напряжением 50 В.

Подается напряжение на обмотку возбуждения и устанавливается ток от 100 до 150 А. После чего мгновенно отключается питание обмотки возбуждения и в момент отключения фиксируется наибольшее отклонение и направление движения стрелки вольтметра.

Траверса смещается на незначительный угол в любую сторону и повторяется замер трансформаторной ЭДС. Если отклонение стрелки вольтметра увеличивается, а направление движения стрелки сохранилось, траверсу смещают в другую сторону. При уменьшении отклонения стрелки прибора траверсу необходимо смещать в том же направлении до тех пор, пока отклонение стрелки вольтметра станет равным или близким к нулю. После завершения измерений траверса закрепляется фиксатором, разжимным устройством и стопорными накладками.

Затем якорь проворачивается и при пяти—шести его положениях повторяются операции по замеру трансформаторной ЭДС. Удовлет-

ворительным положением нейтрали считается такое, при котором отклонения стрелки прибора в момент размыкания цепи возбуждения при различных положениях якоря будут равными или близкими к нулю и примерно одинаковыми по абсолютному значению в случае разных направлений отклонений стрелки вольтметра для разного положения якоря, но не более чем от 30 до 40 мВ при токе в цепи возбуждения от 100 до 150 А.

Если окажется, что траверса заняла новое положение, т.е. риски на остове и траверсе не совпадают, необходимо ослабить болты, крепящие накладку на траверсе и сместить ее так, чтобы паз в накладке совпал с фиксатором на остове. После чего затягиваются и стопорятся болты, крепящие накладку. Новое положение траверсы отметить риской на остове.

Пропитка обмотки якоря

Режим пропитки обмотки якоря определяется используемым пропиточным материалом и соответственно классом нагревостойкости изоляции. В качестве примера рассмотрим технологию пропитки обмотки якоря тягового электродвигателя НБ-510В с классом нагревостойкости изоляции Н.

Якорь загружают в индукционную печь на подставки коллектором вниз, располагая равномерно от стенок печи. Подставка должна предохранять изоляцию головок якорных катушек от повреждения.

Якорь нагревается под вакуумом до достижения температуры печи 200 °С и выдерживается в течение 1 ч. При сушке без вакуума якорь выдерживается при температуре 200 °С в течение 5 ч.

Якорь охлаждается до температуры 150...160 °С, а затем подтягиваются коллекторные болты, температура должна быть не ниже 150 °С.

Якорь охлаждается до температуры 90...100 °С и пропитывается в лаке КО-916К.

Якорь устанавливается в пропиточный бак автоклава на подставку, предохраняющую повреждение изоляции головок якорных катушек. Автоклав закрывается крышкой, крышка плотно прижимается болтами. Открывается кран, соединяющий автоклав с вакуумной магистралью, и создается в баке вакуум величиной 0,095 мПа. При созданном вакууме якорь вакуумируется в течение 15 мин.

Затем открывается кран, соединяющий автоклав с лакохранилищем, и лак с помощью вакуума затягивается до верхней грани петушков коллектора якоря. Вязкость лака при температуре 20 + 2 °С должна быть 45...55 с по ВЗ-4. Закрывается кран подачи лака и кран вакуумной магистрали.

Открывается кран подачи азота. В автоклаве создается избыточное давление 0,18...0,20 МПа и выдерживается указанное давление в течение 30 мин. Открывается кран, соединяющий автоклав с лакохранилищем, давлением лак удаляется, закрывается кран подачи лака и азота и открывается кран, соединяющий автоклав с атмосферой, давление выравнивается, кран закрывается.

Далее производится вакуумирование после пропитки. Для этого открывается кран, соединяющий автоклав с вакуумной магистралью,

в автоклаве создается вакуум 0,095 мПа, и якорь вакуумируется в течение 30 мин.

Открывается кран, соединяющий автоклав с лакохранилищем, и лак с помощью вакуума затягивается до верхней грани петушков коллектора якоря. Закрывается кран вакуумной магистрали и кран подачи лака.

Открывается кран подачи азота. В автоклаве создается избыточное давление 0,18...0,20 МПа, затем открывается кран, соединяющий автоклав с лакохранилищем, давлением лак удаляется, закрывается кран подачи лака и азота и открывается кран, соединяющий автоклав с атмосферой, давление выравнивается, кран закрывается.

Открывается крышка автоклава, якорь выгружается, устанавливается на кантователь и выдерживается не менее 40 мин для отекания лака. В течение этого времени якорь поворачивается на 1/4 оборота вокруг оси, с выдержкой в каждом положении 10 мин.

Якорь сушится под вакуумом при температуре 145 °С в течение 3 ч и без вакуума при температуре печи до 200 °С в течение 12 ч.

Сушка увлажненной изоляции обмоток

В случае обнаружения снижения сопротивления изоляции вследствие ее увлажнения сушка изоляции обмоток производится (как в собранном электродвигателе, так и отдельно якорь или полюса магнитной системы) одним из следующих способов: продувание через электродвигатель сухого горячего воздуха (например, от калорифера или специального обогревателя) или внешний нагрев (например, в печи или сушильной камере).

Перед сушкой изоляции обмоток электродвигатель продувается сжатым воздухом (и его составные части), очищаются доступные участки якоря и магнитной системы, щеткодержатели и их пальцы от пыли, замасливания, грязи и других загрязнений.

При низком сопротивлении изоляции сушка тяговых электрических машин под локомотивом проводится нагретым сухим воздухом от калориферной установки.

Начинать сушку изоляции необходимо при температуре воздуха около плюс 50 °С, постепенно увеличивая до плюс 90...100 °С. Расход воздуха через каждый тяговый электродвигатель должен составлять от 15 до 20 м^3/мин. При сушке обмотки нагреваются постепенно (поднимать температуру не более чем на 10 °С в течение 1 ч). При быстром нагревании разница в постоянных времени нагрева и в коэффициентах линейного расширения обмотки и активной стали, а также конструктивных частей электродвигателя может привести к повреждениям в виде разрыва изоляции.

Измерение температуры и сопротивления производится в начале сушки через каждые 30 мин, а при установившейся температуре через 1 ч.

Во время сушки замер сопротивления изоляции проводится только мегомметром напряжением на 500 В.

Во время сушки сопротивление изоляции обмоток сначала понижается вследствие испарения влаги, а затем повышается и, наконец, становится постоянным или незначительно изменяется в сторону повышения. Ни в коем случае нельзя прекращать сушку при продолжающемся понижении сопротивления изоляции.

При установившемся значении сопротивления изоляции сушку тягового электродвигателя необходимо продолжать еще не менее трех—

пяти часов. В течение этого времени сопротивление изоляции не должно меняться.

Во время сушки крышки смотровых люков должны быть закрыты. Для сушки изоляции обмоток внешним обогревом электродвигатель в сборе со снятыми крышками смотровых люков или отдельно якорь, магнитную систему, главный или добавочный полюсы помещают в вентилируемую сушильную камеру (или печь) с температурой от 100 до 110 °С. После сушки изоляции внешним обогревом полюсы пропитываются в лаке ПЭ-933, а якорь — в лаке КО-916К (только для якорей, пропитанных в лаке) с последующей сушкой и покрытием эмалью ЭП-91 или КО-976.

Сушка обмоток тягового электродвигателя после выкатки из-под локомотива и разборки проводится в сушильной или вакуумной печи при температуре от 110 до 130 °С. Сушка изоляции продолжается до тех пор, пока сопротивление изоляции станет постоянным, а его значение не будет ниже норм,

Если на каком-либо электродвигателе сопротивление изоляции и после сушки окажется ниже установленных норм, он заменяется новым.

Испытания электрических машин

Каждая выпускаемая из ремонта электрическая машина по окончании ремонтных работ, за исключением отделочных, подвергается квалификационным, приемо-сдаточным, периодическим, типовым и ресурсным испытаниям. Испытания следует проводить при питании тем родом тока, для которого предназначена электрическая машина. Методы испытаний, последовательность выполнения операций и технические требования должны соответствовать ГОСТ 2582-81.

Схемы, применяемые для испытаний, должны иметь характеристики, соответствующие характеристикам подвижного состава, для которого предназначен данный тип электрической машины.

Квалификационные испытания проводятся при выпуске электрических машин новых типов, а также при освоении производства новым изготовителем для определения основных характеристик и проверки соответствия их расчетным данным и действующим стандартам. Испытания проводятся на специальных испытательных станциях с использованием типового оборудования.

Программа и последовательность квалификационных испытаний электрических машин постоянного и пульсирующего тока включают: определение зависимости статического давления охлаждающего воздуха в зоне за входом воздуха в электрическую машину как функции расхода продуваемого через нее воздуха (для электрических машин с независимой вентиляцией); определение зависимости полного напора охлаждающего воздуха перед входом в электрическую машину как функции расхода продуваемого через нее воздуха (для электрических машин с независимой вентиляцией); измерение сопротивления обмоток постоянному току в практически холодном состоянии; испытание на нагревание при продолжительной, повторно-кратковременной или кратковременной мощности в зависимости от номинального режима; определение тока часового или другого эквивалентного режима, соответствующего превышению температуры при работе электрической машины в номинальном режиме; испытание на нагревание в течение 1 ч или меньшего интервала времени при значении тока, принятого в предыдущем испытании; проверка частоты вращения и реверсирования при номинальных значениях напряжения, токах нагрузки и возбуждения для двигателей или про-

верка при номинальной частоте вращения напряжения для генераторов; испытание при повышенной частоте вращения; испытание электрической прочности междувитковой изоляции обмоток; измерение биения коллектора; проверка коммутации; измерение сопротивления изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками; испытание электрической прочности изоляции обмоток относительно корпуса машины и между обмотками; построение сетки кривых нагревания и охлаждения тяговых двигателей и тяговых генераторов, предназначенных для магистральных электровозов и тепловозов; определение скоростных характеристик при номинальном напряжении или мощности на выводах двигателей (в последнем случае при заданной зависимости питающего напряжения от тока якоря) и всех рабочих ступенях регулирования возбуждения для двигателей и нагрузочных характеристик при разных токах нагрузки до 1,5 номинального тока для генераторов и при токах якоря 0; 0,5; 1,0; 1,5 номинального для двигателей.

Нагрузочные характеристики двигателя определяются для токов обмотки возбуждения от 0,25 номинального значения до номинального.

Для тяговых генераторов по согласованию с заказчиком допускается вместо нагрузочных характеристик снимать характеристику холостого хода.

Для генераторов управления определяются внешняя и регулировочная характеристики.

Помимо перечисленных работ при квалификационных испытаниях в зависимости от назначения в соответствии с ГОСТ 2582-81 определяются:

1. Для электрических машин магистральных электровозов — характеристики затухания магнитных потоков главных и добавочных полюсов.

2. Для тяговых электродвигателей, тяговых генераторов и вспомогательных электрических машин электровозов — индуктивности обмоток.

3. Для электрических машин постоянного тока мощностью более 3 кВт — кривые распределения межламельных напряжений по окружности коллектора.

Для всех типов электрических машин выполняются следующие работы: определение потерь и КПД, испытание на пуск, испытание на хладостойкость при эксплуатации, проверка уровня вибра-

ции, испытание на вибропрочность, измерение массы и проверка степени защиты.

Приемо-сдаточным испытаниям подвергается каждая машина, выпускаемая заводом-изготовителем или прошедшая ремонт для проверки номинальных параметров, качества изготовления или ремонта, пригодности к эксплуатации и соответствия ТУ и стандартам.

Программа приемо-сдаточных испытаний машины постоянного тока состоит из внешнего осмотра, измерения сопротивления обмоток, испытания на нагревание в течение 1 ч, проверки частоты вращения и реверсирования при номинальных значениях напряжения, токов нагрузки и возбуждения для тяговых электродвигателей; для тяговых генераторов — проверки напряжений, соответствующих продолжительному режиму при низшем и высшем напряжении, при номинальной частоте вращения, испытании на повышенную частоту вращения, проверки биения коллектора, коммутации, сопротивления и электрической прочности изоляции. Результаты испытаний фиксируются в протоколе, на основании которого составляется паспорт машины.

Периодические испытания серийных машин, находящихся в производстве, проводятся один раз в два года по программе квалификационных испытаний, за исключением построения сетки кривых нагревания и охлаждения, определения индуктивности обмоток, испытания на холодостойкость, вибропрочность и проверки степени защиты.

Типовые испытания проводятся по программе квалификационных испытаний при изменении конструкции, материалов и технологического процесса изготовления. В этом случае по согласованию с заказчиком допускается исключить отдельные пункты программы.

Ресурсным испытаниям подвергаются серийно выпускаемые электрические машины, а также при изменении конструкции, технологического процесса изготовления или замены материалов, влияющих на ресурс. При испытаниях оцениваются: тепловое старение изоляции, вибропрочность, износ трущихся поверхностей и др.

При осмотре машины, поступившей на испытание, обязательно проверяются: состояние коллектора, установка щеткодержателей, состояние и сопротивление изоляции, проворачивание якоря от руки и его разбег, положение траверсы щеткодержателя и исправность щеточного аппарата, заправка подшипников смазкой. На коллекторе

не должно быть пластин с острыми кромками и заусенцами, грязи и остатков графита между пластинами, краски, масла и забоин. Биение коллекторов тяговых электродвигателей на нагретой машине не должно превышать 0,04 мм, а коллекторов и контактных колец тяговых генераторов — 0,06 мм.

Испытание на холостом ходу. Перед испытанием под нагрузкой качество сборки машины проверяется при работе ее на холостом ходу. При этом оценивается работа подшипников и работа щеток по коллектору.

Измерение омического сопротивления обмоток в холодном состоянии. При измерении сопротивления в холодном состоянии должны соблюдаться условия, обеспечивающие высокую точность замеров, так как от этого зависит правильность определения рабочих характеристик машины. Считается, что обмотки находятся в холодном состоянии, если температура всех частей машины не отличается от окружающей более чем на 3 °С.

Для измерения сопротивления обмоток используется метод сопротивления (вольтметра—амперметра), который при применении приборов класса точности 0,2; 0,5 обеспечивает высокую точность. Вольтметр, измеряющий падение напряжения, должен присоединяться непосредственно к выводам измеряемой обмотки. Цепь должна иметь минимальное количество контактов, а измерения должны производиться быстро во избежание нагрева обмотки под действием протекающего тока. Отсчет должен сниматься одновременно по амперметру и вольтметру. Вольтметры к обмоткам главных и добавочных полюсов присоединяются при помощи стационарных зажимов, а к обмотке якоря — специальных щупов, устанавливаемых на коллекторных пластинах, расположенных между щетками (на этих пластинах измеряется сопротивление в горячем состоянии). По результатам измерений на основании закона Ома определяется среднее значение сопротивления обмоток. Полученное сопротивление для сравнения с расчетным приводится к температуре 20 °С.

Испытания машин на нагревание при приемо-сдаточных испытаниях производятся для определения превышения температуры (перегрева) обмоток, коллектора и подшипников над температурой охлаждающего воздуха при номинальном режиме работы. Испытания тяговых электрических машин под нагрузкой проводят методом взаимной нагрузки. При этом методе две однотипные машины соеди-

няют электрически и механически (с помощью муфт), одна машина работает в режиме генератора, а другая — двигателя. Для компенсации потерь мощности обеих машин служат два генератора: вольтодобавочная машина ВДМ — для компенсации электрических потерь, линейный генератор ЛГ — для компенсации механических, магнитных и добавочных потерь.

В процессе испытания машины под нагрузкой должны подвергаться постоянному контролю ток нагрузки, напряжение, частота вращения, температура подшипников, охлаждающего воздуха и неподвижных обмоток (методом сопротивления). Так как температура обмоток определяет долговечность изоляции, то приборы для измерений тока и напряжения при испытаниях на нагревание должны иметь высокий класс точности (0,2 или 0,5).

В процессе испытаний поддерживаются постоянные значения нагрузки, частоты вращения, количества подаваемого через машину воздуха; измерения производят через каждые 10...15 мин и измеренные величины фиксируют в журнале. В момент окончания режима записывают показания приборов и быстро останавливают машины.

Для определения температуры обмотки якоря после остановки машин якорь устанавливается (поворотом от руки) в такое положение, чтобы коллекторные пластины, на которых измерялось падение напряжения в холодном состоянии, были доступны для определения падения напряжения на нагретой обмотке якоря щупами амперметра и милливольтметра.

Практически первый замер сопротивления можно произвести через 30—45 с после остановки, поэтому для определения температуры обмотки якоря в момент окончания режима используется метод экстраполяции кривой остывания на момент снятия нагрузки. Для этого в течение 5...8 мин определяется сопротивление обмотки якоря. Промежуток времени между измерениями в течение первых 3 мин не должен превышать 20 с, затем 30 с. По полученным данным строится кривая зависимости изменения сопротивления от времени, называемая кривой остывания (ГОСТ 11828-75). Также подсчитываются превышения температуры обмоток главных и добавочных полюсов, результаты сравниваются с предельно допустимыми превышениями температур частей тяговых электрических машин по отношению к температуре охлаждающего воздуха. Тяговые генераторы и тяговые электродвигатели тепловозов разрешается ис-

пытывать без подачи охлаждающего воздуха при открытых люках в течение 1 ч при номинальном токе и напряжении, обеспечивающем превышение температуры, соответствующее превышению температуры при номинальном режиме.

Тяговые генераторы допускается испытывать методом короткого замыкания. Режимы испытаний указаны в руководствах по ремонту тяговых электрических машин тепловозов.

Испытания на проверку отклонения частоты вращения проводятся после испытания на нагревание, так как частота вращения машин постоянного тока зависит от сопротивления обмоток. Допустимые отклонения частоты вращения валов электродвигателей постоянного тока в точке, соответствующей номинальному режиму, от частоты вращения, установленной по типовой характеристике, не более ±3 %. У двигателей, предназначенных для вращения в обе стороны, разность между частотами вращения в одну и другую сторону, выраженную в процентах от среднего арифметического обеих частот вращения, должна составлять не более 4 %.

Испытания на повышенную частоту вращения проводятся при холостом ходе нагретой электрической машины в течение 2 мин при частоте вращения, превышающей на 25 % максимальную частоту вращения для тяговых электродвигателей и на 20 % для тяговых генераторов.

После испытаний в машине не должно быть каких-либо изменений, которые могут отразиться на ее нормальной работе. При испытаниях необходимо соблюдать большую осторожность, чтобы не допустить превышения частоты вращения выше установленной.

Проверка коммутации производится для установления класса искрения и определения пригодности машины в эксплуатации. Проверяется коммутация при наиболее тяжелых режимах. Оценка качества коммутации производится визуально по степени искрения под сбегающим краем щетки.

Коммутация тягового генератора при приемо-сдаточных испытаниях проверяется в течение 1 мин при номинальной частоте вращения (последняя позиция контроллера машиниста) на двух режимах: при максимальном токе и напряжении, соответствующем этому току, и при максимальном напряжении. Коммутация тяговых электродвигателей проверяется в двух направлениях вращения в течение 30 с (при каждом направлении вращения) при двойном номинальном

токе и соответствующем ему по характеристике генератора напряжении, и при максимальных напряжениях и частоте вращения и минимальном токе возбуждения. Машина считается выдержавшей испытания, если не произошло остаточных деформаций или механических повреждений коллектора и щеткодержателей или кругового огня. Коллектор должен быть пригоден к работе без очистки или какого-либо исправления.

В случае повышенного искрения проверяются: равномерность нажатия пружин щеткодержателей, тщательность приработки щеток к коллектору и правильность установки их, состояние поверхности коллектора, плотность контактов в подводящих и соединительных контактах, биение коллектора, правильность чередования щеткодержателей по коллектору и установки добавочных полюсов. На тяговых генераторах постоянного тока проверяется расположение щеток на нейтрали. Если устранение отмеченных дефектов не улучшает коммутацию, определяется зона безыскровой работы машины способом положительной и отрицательной подпитки (отпитки) добавочных полюсов.

Коммутация машины трудно поддается расчету, поэтому при выпуске тяговых машин приходится доводить коммутацию опытным путем (подбор ширины наконечников, воздушного зазора). Оптимальные параметры магнитной системы добавочных полюсов обеспечиваются совпадением средней линии с осью абсцисс на всей протяженности. Усиление или ослабление действия добавочных полюсов производится изменением воздушных зазоров или числа витков обмотки добавочных полюсов (если изменения воздушных зазоров недостаточно).

Согласно ГОСТ 28173-89 существуют следующие классы коммутации.

Степень искрения (класс коммутации)	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
1	Искрение отсутствует (темная коммутация)	Отсутствие почернения на коллекторе и нагара на щетках
$1\frac{1}{4}$	Слабое точечное искрение под небольшой частью края щетки	
$1\frac{1}{2}$	Слабое искрение под большей частью края щетки	Появление следов почернения на коллекторе, легко устраняемых протиранием поверхности бензином, а также следов нагара на щетках

Степень искрения (класс коммутации)	Характеристика степени искрения	Состояние коллектора и щеток
2	Искрение под всем краем щетки. Допускается только при кратковременных толчках нагрузки и перегрузки	Появление следов почернения на коллекторе, не устраняемых протиранием поверхности бензином, а также следов нагара на щетках
3	Значительное искрение под всем краем щетки с наличием крупных и вылетающих искр. Допускается только для моментов прямого (без реостатных ступеней) включения или реверсирования машин, если при этом коллектор и щетки остаются в состоянии, пригодном для дальнейшей работы	Значительное почернение на коллекторе, не устраняемое протиранием поверхности бензином, а также подгар и разрушение щеток

При номинальном режиме работы машины степень ее искрения должна быть не выше $1\ ^1/_2$.

Испытания на пуск тяговых электродвигателей проводятся при полном возбуждении и наибольшем токе, возникающем при трогании поезда. Значение тока согласовывается с заказчиком. Испытания проводятся на нагретых двигателях после проверки коммутации и испытания на повышенную частоту вращения. Охлаждение должно быть таким же, как в условиях эксплуатации.

Электродвигатель с заторможенным якорем должен выдерживать в течение 15 с установленный ток. Испытание повторяется 4 раза через пятиминутные интервалы, при этом якорь необходимо поворачивать каждый раз на 1/2 полюсного деления (шага) в одном направлении.

После испытания двигатель должен быть пригоден к эксплуатации, а коллектор не должен иметь следов подгара и остаточных деформаций.

Проверка сопротивления и электрической прочности изоляции. Состояние электрической изоляции оценивается по сопротивлению и пробивному напряжению. Сопротивление изоляции электрических машин с номинальным напряжением до 500 В измеряется мегомметром на 500 В, а машин с номинальным напряжением больше 500 В —

на 1000 В. Для тяговых электродвигателей сопротивление изоляции должно быть не менее 1,5 МОм, измеренное после испытания на нагревание. Отсчет по мегомметру производится через 1 мин после приложения напряжения. Значение сопротивления изоляции тяговых генераторов должно быть не менее 1 МОм.

Затем проверяется электрическая прочность изоляции в течение 1 мин повышенным напряжением переменного тока частотой 50 Гц. При этом источником высокого напряжения служит однофазный повышающий трансформатор. Результат испытания считается положительным, если не произойдет пробоя или перекрытия изоляции обмоток. Явление короны во время испытания допустимо. После испытания машина подвергается внешнему осмотру, при этом проверяется состояние коллектора, щеток, изоляторов, миканитового конуса, бандажей и др.

Особенности технического обслуживания тяговых электродвигателей в зимнее время

Во время оттепелей зимой, когда температура окружающего воздуха резко повышается, происходит интенсивное образование инея на коллекторах и обмотках тяговых электродвигателей тепловозов и электровозов, находящихся в ожидании работы или отставленных в резерв. Для предупреждения образования инея при оттепелях достаточно, чтобы температура обмоток отличалась от температуры окружающей среды не более чем на 5...6 °С. Для этого при повышении температуры окружающей среды в течение 6 ч на 5...6 °С (при температуре выше минус 20 °С) обмотки тяговых электродвигателей должны подогреваться путем включения на 30...40 мин вентиляторов тепловозов или током от контактной сети при медленном перемещении электровоза. После каждого очередного повышения или понижения температуры воздуха на 5...6 °С за 6 ч необходимо снова подогревать обмотки тяговых электродвигателей.

Появившийся иней удаляется продувкой электродвигателей охлаждающим воздухом. Для этого, не подавая напряжения на тяговые электродвигатели, включаются вентиляторы их охлаждения и продуваются холодным воздухом в течение 20...30 мин. Если за указанное время иней не будет удален, а также если сопротивление изоляции тяговых электродвигателей ниже установленных норм, локомотив ставится в депо другим локомотивом для сушки изоляции.

Перед запуском в эксплуатацию локомотива, стоявшего в резерве, его тяговые электродвигатели продуваются в течение 1...1,5 ч воздухом и измеряется сопротивление изоляции. Если оно меньше допустимых норм, тяговые электродвигатели следует просушить.

При постановке локомотива для ремонта в отапливаемый цех температура обмоток тяговых электродвигателей не должна отличаться от температуры цеха более чем на 5...6 °С во избежание конденсации на них влаги. Поэтому, как правило, ставить локомотив в отапливаемый цех необходимо сразу после эксплуатации с нагретыми тяговыми электродвигателями. Если это требование выполнить невозможно, то после постановки локомотива в цех необходимо немедленно приступить к подогреву обмоток тяговых электродвигателей. Продувка продолжается до установления температуры тяговых

электродвигателей равной температуре воздуха в цехе. Если деповские средства не позволяют производить обдувку тяговых электродвигателей собственными вентиляторами, допускается обмотки тяговых электродвигателей подогревать воздухом от вентиляторов цеховой калориферной установки без включения калорифера.

Запрещается холодные тяговые электродвигатели обдувать горячим воздухом от калориферной установки, так как поток горячего воздуха нагревает остывший тяговый электродвигатель, который сначала отпотевает, а затем вода медленно испаряется под действием теплого воздуха. При таком нагреве обмоток происходит быстрое старение изоляции и увеличивается количество пробоев изоляции в зимний период. Запрещается вводить в отапливаемый цех локомотив с холодными тяговыми электродвигателями, если оборудование цеха не позволяет производить подогрев обмоток тяговых электродвигателей. Допускается перед постановкой локомотива в отапливаемый цех обмотки тяговых электродвигателей подогреть током в течение 1...1,5 ч при медленном его перемещении.

При снегопадах и метелях как при движении локомотива на выбеге, так и при его стоянках вентиляторы, подающие воздух в тяговые электродвигатели, должны работать во избежание попадания снега во внутрь через вентиляционные отверстия.

В зимнее время при каждой постановке локомотива в цех измеряется сопротивление изоляции тяговых электродвигателей.

Значения сопротивления изоляции записывать в Книгу ремонта (ТУ-28) и Журнал технического состояния локомотива (ТУ-152). При сопротивлении изоляции ниже допустимых норм, обнаружении в тяговых электродвигателях снега или признаков увлажнения обмоток их необходимо просушить.

Устранение последствий переброса электрической дуги и кругового огня по коллектору

Работы по устранению последствий кругового огня и переброса электрической дуги по коллектору выполняются как с выкаткой и разборкой тягового электродвигателя, так и под локомотивом. Выкатку тягового электродвигателя из-под локомотивов производится при значительном повреждении рабочей поверхности коллектора, траверсы, бандажей якоря, изоляции межкатушечных соединений или катушек.

При устранении последствий с выкаткой тягового электродвигателя выполняются следующие работы: разбирается тяговый электродвигатель, протачивается и шлифуется коллектор на станке, зачищается конус коллектора шлифовальной бумагой и покрывается электроизоляционной красно-коричневой эмалью ГФ-92ХС до получения глянца; устраняются обнаруженные неисправности и следы переброса на траверсе и полюсной системе; собирается тяговый электродвигатель, проверяется положение щеток на коллекторе, в случае необходимости производится их установка на геометрическую нейтраль, измеряется сопротивление изоляции.

В случае, когда повреждения от переброса электрической дуги незначительные, их устранение выполняется под локомотивом. Для этого очищаются наружные поверхности тягового электродвигателя от пыли и грязи, снимаются крышки коллекторных люков, освобождается траверса от крепления, проворачивается траверса и устраняются на ней следы переброса, вынимаются все щетки из окон щеткодержателей и подкладываются под нажимные пальцы, зачищаются торцы коллекторных пластин и петушки от наплывов металла, поддомкрачивается колесная пара, снимается щеткодержатель против нижнего коллекторного люка и устанавливаются технологические щетки в два любых соседних щеткодержателя, коллектор полируется брезентом с помощью деревянной колодки путем вращения якоря при напряжении питания не более 100 В. Устанавливается щеткодержатель на место, прочищаются межламельные канавки и снимаются фаски, продувается коллекторная камера сжатым воздухом, проверяется биение коллектора, а также нажатие пальцев на щетки, окрашиваются траверса, кронштейны и конус коллектора

красно-коричневой электроизоляционной эмалью ГФ-92ХС, окрашиваются доступные места коллекторной камеры серой электроизоляционной эмалью ГФ-92ХС, проворачивается траверса, вставляются щетки в окна щеткодержателей, проверяются зазоры между щеткодержателями и коллектором, закрепляется траверса и проверяется нейтральное положение щеток на коллекторе, измеряется сопротивление изоляции тягового электродвигателя.

Окрашенные места, детали и узлы сушатся на воздухе при температуре плюс 15...25 °С в течение не менее 18 ч или током при температуре плюс 50 °С.

Нормы допусков, износов и контролируемых величин тягового генератора ГСТ 2800-1000

Наименование контролируемой величины	Значение контролируемой величины			
	При изготовлении	Браковочный размер		
		ТР-1	ТР-2	ТР-3
Тяговый генератор в сборе				
Радиальное биение контактных колец в собранном генераторе, мм	Более 0,06	–	–	Более 0,1
Воздушный зазор между полюсами ротора и расточкой статора под серединой полюса, мм	4,2…5,4	–	–	Менее 4,2; более 5,4
Разность между минимальным и максимальным зазорами, указанными в п. 2 на одном генераторе, мм	Более 0,5	–	–	Более 0,5
Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью контактного кольца (под серединой щеткодержателя), мм	2^{+1}	Менее 2,0; более 3,0		
Зазор между боковыми сторонами щетки и стенками обоймы щеткодержателя, мм: по тангенциальному размеру	0,08…0,254	Менее 0,08; более 0,5		
по аксиальному размеру	0,1…0,3	Менее 0,1; более 0,6		
Радиальный размер щетки без резинового амортизатора, мм	57±0,8	Менее 17		
Нажатие пружин на щетки, Н	17,6±2,0	–	–	Менее 13,7
Контактная поверхность притирки щетки к контактному кольцу, %	Не менее 75	Менее 75		
Местные сколы кромок у контактной поверхности щетки, %	Не более 5	Более 10		
Расстояние от торца наружной крышки подшипника до буртика у основания конусной части, мм	4,0±2,0	–	–	Менее 2,0; более 6,0
Сопротивление изоляции обмоток, МОм — Ротора — Холодный	Не менее 20	Менее 0,5		Менее 20
Сопротивление изоляции обмоток, МОм — Ротора — Горячий	Не менее 3			Менее 0,5
Сопротивление изоляции обмоток, МОм — Статора — Холодный	Не менее 20	Менее 1,0		Менее 20
Сопротивление изоляции обмоток, МОм — Статора — Горячий	Не менее 3			Менее 1,0
Ротор				
Диаметр контактных колец, мм	400^{+2}_{-1}	–	–	Менее 384
Радиальное биение рабочей поверхности контактных колец относительно оси вращения, мм	Не более 0,03	–	–	Более 0,04

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР-1	ТР-2	ТР-3
Ротор					
Овальность и конусность шейки вала посадки подшипника, мм		Не более 0,013	–	–	Более 0,013
Радиальиое биение конусного конца вала относительно оси вращения, мм		Не более 0,03	–	–	Более 0,03
Радиальное биение поверхности фланца вала относительно оси вращения, мм	По диаметру 300 мм	Не более 0,04	–	–	Более 0,05
	По диаметру 165 мм	Не более 0,04	–	–	Более 0,05
Торцовое биение поверхности фланца вала относительно оси вращения, мм	Со стороны дизеля	Не более 0,04	–	–	Более 0,05
	Со стороиы генератора	Не более 0,2	–	–	Более 0,3
Радиальное биение полюсов ротора относительно оси вращения, мм		Не более 0,4	–	–	Более 0,4
Площадь прилегания калибра при проверке по краске коиусного конца вала, %		Не менее 75	–	–	Менее 75
Подшипниковый щит и подшипник					
Диаметр отверстия подшипникового щита под посадку ступицы, мм		$470^{+0,06}$	–	–	Более 470,1
Диаметр поверхности ступицы под посадку в подшипниковый щит, мм		$470^{+0,045}_{+0,005}$			Менее 469,09
Овальность и конусность отверстия ступицы под посадку подшипника, мм		Не более 0,025	–	–	Более 0,03
Натяг внутреннего кольца подшипиика, при посадке на вал, мм		0,027…0,052	–	–	Менее 0,027; более 0,052
Радиальный зазор между верхним роликом и наружным кольцом подшипника, мм	В свободном состоянии	0,145…0,19	–	–	Меиее 0,145; более 0,19
	На собранном генераторе	0,10…0,17	–	–	Менее 0,1; более 0,25
Диаметр отверстия ступицы под посадку подшипника, мм		$280^{+0,05}_{+0,02}$	–	–	Более 280,08
Зазор между наружным кольцом подшипника и отверстием ступицы в верхней точке, мм		0,02…0,085	–	–	Менее 0,02; более 0,1

Нормы допусков, износов и контролируемых величин тягового электродвигателя ДТК-800КЭ

Наименование контролируемого параметра		Номинальный размер	Предельно-допустимый размер
Остов			
Диаметр горловины под подшипниковый щит со стороны коллектора, мм		$865^{+0.09}$	865…870
Диаметр горловины под подшипниковый щит со стороны, противоположиой коллектору, мм		$940^{+0,09}$	940…945
Длина остова по внешним кромкам горловины под подшипниковые щиты, мм		$852_{-0,3}$	852…851,3
Остов в сборе			
Диаметральное расстояние между сердечниками полюсов, мм	главных	$749^{+0,2}_{-0,8}$	748,2…749,2
	добавочных	$752^{+1,0}_{-0,3}$	751,7…753
Подшипнйковые щиты			
Диаметр иосадочной поверхности подшипникового щита со стороны коллектора, мм		$865^{+0,156}_{+0,1}$	865…870
То же со стороны, противоположной коллектору, мм		$940^{+0,156}_{+0,1}$	940…945
Размер от поверхности упора подшипникового щита в остов до виутреннего торца подшипникового щита, мм	сторона коллектора	84±0,2	84,2…83,6
	противоположно коллектору	102±0,2	102,2…101,6
Диаметр отверстий в подшипниковых щитах для болтов, крепящих щит к остову, мм		22+0,52	22…23
Толщина подшипникового щита в местах отверстий для болтов, крепящих щит к остову, мм		13_{-1}	13…12
Якорь			
Расстояние от наружного торца лабиринтной втулки со стороны коллектора до наружного торца лабиринтной втулки со стороны, противоположиой коллектору, мм		$743_{-0,2}$	743…742,5
Расстояние от торца вала до торца лабиринтной втулки со стороны, противоположной коллектору, мм		254±0,25	254,25…253,75
Коллектор			
Диаметр рабочей поверхности, мм		630±1,4	631,4…610
Глубина каиавки у петушков, мм		4±0,5	2,5…4,5
Глубина продорожки коллектора, мм		1,6±0,4	1,2…2,0
Глубина выработки рабочей поверхности коллектора, мм		0	0,5

Наименование контролируемого параметра		Номинальный размер	Предельно-допустимый размер
Щеткодержатель			
Ширина окна под щетки в щеткодержателе, мм		$20^{+0,124}_{+0,04}$	20,2
Длина окна под щетки в щеткодержателе, мм		$80^{+0,18}_{+0,06}$	80,5
Высота щетки с резиновым амортизатором, мм		60±0,8	28
Двигатель в сборе			
Зазор между щеткой и корпусом щеткодержателя, мм	по ширине щетки	0,08…0,254	0,08…0,35
	по длине щетки	0,16…0,48	0,16…0,8
Радиальный зазор в подшипниках в холодном состоянии, мм	сторона коллектора	0,065…0,14	0,065…0,23
	сторона, противоположная коллектору	0,1…0,19	0,1…0,28
Осевой разбег якоря, мм		0,25…0,5	0,2…1,0
Радиальное биение рабочей поверхности коллектора при рабочей температуре, мм, не более		0,04	0,07
Расстояние от корпуса щеткодержателя до рабочей поверхности коллектора, мм		3±1,5	1,5…4,5
Расстояние от петушков коллектора до корпуса щеткодержателя, мм, не менее		5,0	5,0
Непараллельность продольной оси щеткодержателя относительно коллекторных пластин, мм, ис более		1,0	1,0
Непараллельность корпуса щеткодержателя относительно рабочей поверхности коллектора, мм, не более		0,7	0,7
Торцовое биение наружных колец подшипников в собранном двигателе, мм	сторона коллектора	0,1	0,16
	стороиа, противоположная коллектору	0,12	0,18
Неравномерность расположения осей окон щеткодержателей под щетки по окружности коллектора, мм, не более		1,0	1,0
Сила нажатия пальцев щеткодержателей на щетки, Н		31,4±1,0	30,4±2,4
Сопротивление изоляции обмоток, МОм	при 20 °С	5,0	5,0
	при 115 °С	3,0	3,0

Нормы допускаемых размеров и износов электродвигателя НБ-520В

Наименование деталей и размеров		Размеры, мм	
		Чертежный	Допускаемый при выпуске из ремонта
Диаметр горловины под подшипниковый щит со стороны коллектора		$760^{+0.08}$	760…765
Диаметр горловины остова под подшипниковый щит со стороны, противоположной коллектору		$942^{+0.09}$	942…947
Длина остова по внешним кромкам горловины под подшипниковые щиты		$815_{-0,36}$	815…814
Расстояние между центрами горловины остова под подшипниковые щиты и осью колесной пары (централь), размер для справок		618,8	618,8
Диаметр расточки остова под главные и добавочные полюса		$940^{+0,14}$	$940^{+0,14}$
Расстояние от оси вращения до привалочных поверхностей под полюса (размер для справок)		$470^{+0,07}$	$470^{+0,07}$
Наибольшие отклонения между отверстиями под главные и добавочные полюса по окружности остова (от номинального остова)		±0,8	±0,8
Овальность и конусообразность посадочной поверхности подшипниковых щитов, не более		0,1	0,1
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита со стороны коллектора		$760^{+0,138}_{+0,088}$	760…765
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита со стороны, противоположной коллектору		$942^{+0,156}_{+0,1}$	942…947
Диаметр гнезда в подшипниковом щите для посадки роликового подшипника	со стороны коллектора	$290^{+0,156}_{+0,036}$	$290^{+0,016}_{+0,036}$
	со стороны, противоположной коллектору	$250^{+0,013}_{-0,033}$	$250^{+0,013}_{+0,033}$
Диаметр подшипникового щита стороны коллектора под посадку траверсы		$720,5^{+0,2}$	$720,5^{+1}$
Натяг при посадке подшипниковых щитов в горловину остова	со стороны коллектора	0,01…0,156	0,008…0,138
	со стороны, противоположной коллектору	0.008…0,136	0,008…0,136
Толщина подшипникового щита в местах отверстий для болтов, крепящих щит к остову	со стороны коллектора	10±0,5	$10,5_{-0,9}$
	со стороны, противоположной коллектору	13_{-1}	13_{-1}
Диаметр отверстий в подшипниковых щитах для болтов, крепящих щит к остову		$22^{+0.52}$	22…23

Наименование деталей и размеров		Размеры, мм	
		Чертежиый	Допускаемый при выпуске из ремонта
Диаметр упорной части крышки под посадку в подшип-никовый щит	со стороиы коллектора	290±0,04	290±0,04
	со стороны, противоно-ложиой коллектору	250±0,04	250±0,04
Диаметр отверстия для болтов, крепящих крышку к подшипниковому щиту		$17^{+0,43}$	$17^{-0,18}$
Размер от торца упора подшипнико-вого щита в остов до торца упора под-шипников в щит	со стороны коллектора	$87_{-0,1}$	87…86,5
	со стороны, противопо-ложной коллектору	$66_{-0,1}$	66…65,5
Ширина окиа щеткодержателя		$25^{+0,124}_{+0,040}$	$25^{+0,124}_{+0,040}$
Длииа окна щеткодержателя		$32^{+0,15}_{+0,05}$	$32^{+0,2}_{+0,05}$
Расстояиие от вершины зубьев гребенки щеткодержателя до оси его окна		55±0,2	55±0,2
Отклоиение от параллельиости плоскости гребеики и граней окна щеткодержателя		0,2	0,2
Якорь			
Диаметр вала якоря в месте посадки внутренних колец роликоподшипников	со стороны коллектора	$190^{+0,06}_{+0,031}$	$190^{+0,06}_{+0,031}$
	со стороны, противопо-ложиой коллектору	$140^{+0,052}_{+0,027}$	$140^{+0,052}_{+0,027}$
Диаметр вала в месте посадки лабиринтовой втулки со стороны коллектора		$190,5^{+0,151}_{+0,122}$	190,5…190,25
Диаметр вала в месте посадки упорных колец	со стороны коллектора	$190^{+0,06}_{+0,031}$	$190^{+0,06}_{+0,031}$
	со стороны, противопо-ложной коллектору	$140^{+0,052}_{+0,027}$	$140^{+0,052}_{+0,027}$
Овальиость и коиусообразность шеек вала под роликовые подшипники, не болес		0,014	0,014
Натяг при посадке на вал виутренних колец роликопод-шипииков	со стороны коллектора	0,04…0,07	0,04…0,07
	со стороны, противопо-ложной коллектору	0,035…0,065	0,035…0,065
Натяг лабиринтной втулки стороны коллектора		0,076…0,151	0,076…0,151
Радиальный зазор в роликовых под-шипниках в сво-бодном состоянии	со стороны коллектора	0,18…0,22	0,165…0,28
	со стороны, противопо-ложной коллектору	0,135…0,16	0,12…0,165
Расстояние между внутренними торцами обоих роликовых колец		$716_{-0,4}$	716…715,3

Наименование деталей и размеров		Размеры, мм	
		Чертежный	Допускаемый при выпуске из ремонта
Расстояние от внутреннего торца внутреннего кольца роликоподшипника со стороны, противоположной коллектору, до торца вала с это же стороны		$50_{-0,3}$	50…49,5
Диаметр рабочей поверхности коллектора		$520^{+1,4}_{-1,4}$	521,4…500
Диаметр коллектора по петушкам		720±1,6	721,6…718,4
Длина петушков коллектора в осевом направлении		17±0,5	17…13
Глубина продорожки коллектора		1,6±0,4	1,2…2,0
Глубина канавки у петушков коллектора		4…5	2,5…5
Биение рабочей поверхности коллектора по отношению к шейкам вала		0,02	0,02
Электродвигатель в сборе			
Воздушный зазор между железом якоря и полюсами (толщина проходного щупа)	под главными полюсамн	3,9	3,7…4,2
	под добавочными полюсами	6,0	5,7…6,5
Натяг при запрессовке наружных колец подшипников в щиты		+0,028…-0,068	+0,028…-0,068
Натяг при запрессовке подшипниковых щитов в горловины остова	со стороны коллектора	0,008…0,138	0,008…0,138
	со стороны, противоположной коллектору	0,01…0,156	0,01…0,156
Радиальный зазор в роликовых подшипниках собранного электродвигателя	со стороны коллектора	0,1…0,2	0,1…0,24
	со стороны, противоположной коллектору	0,065…0,14	0,065…0,18
Осевой разбег якоря в собранном электродвигателе		0,25…0,5	0,25…0,7
Торцевое биение наружного кольца подшипника после сборки, не более		0,12	0,12
Зазор между щеткой и корпусом щеткодержателя, измеренный щупом	по толщине щетки	0,08…0,26	0,08…0,26
	по ширине щетки (вдоль коллектора)	0,1…0,3	0,1…0,3
Зазор между корпусом щеткодержателя и рабочей поверхностью коллектора		3±1,5	1,5…4,5
Наименьший зазор между корпусом щеткодержателя и петушками коллектора (при крайнем положении якоря с сторону щеткодержателя)		6,0	6,0

Наименование деталей и размеров	Размеры	
	Чертежный	Допускаемый при выпуске из ремонта
Электродвигатель в сборе		
Усилие нажатия на щетку, измеренное динамометром, Н	14...16	14...16
Отклонение величины нажатия между отдельными щетками, Н, не более	1,5	1,5
Биение рабочей поверхности коллектора, измеренное индикатором на собранной машине, мм	0,04	0,04
Зазор между торцевыми поверхностями крышек подшипниковых щитов и подшипниковыми щитами, мм, не менее	0,05	0,1
Максимальное смещение щеток с геометрической нейтрали, мм	0,5	0,5

Приложение 11

Нормы допусков, износов и контролируемых величин тягового электродвигателя ЭДУ-133

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины		
		При изготовлении	При выпуске из СР	При выпуске из ТР-3 и в эксплуатации
Электродвигатель в сборе				
Радиальное биение коллектора в собранной машине, мм	в холодном состоянии	0,03	0,04	Более 0,04
	в горячем состоянии	0,04	0,06	Более 0,06
Допустимая выработка коллектора, мм		–	Не более 0,15	Более 0,25
Разность радиальных биений коллектора в холодном и горячем состоянии, мм		0,02	0,03	Более 0,03
Осевой разбег якоря, мм		0,2…0,45	0,2…0,7	Менее 0,2; более 1,0
Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью коллектора (под серединой щеткодержателя), мм		2…4	2…4	Менее 2; более 4
Зазор между щеткой и окном (гнездом) щеткодержателя, мм	по ширине щетки	0,04…0,23	0,04…0,5	Менее 0,04; более 0,5
	по длине щетки	0,05…0,3	0,05…1,0	Менее 0,05; более 1,0
Высота щетки без резинового амортизатора, мм		52±0,8	52±0,8	Менее 23
Нажатие пружины на щетку, Н		42…48	42…48	Менее 40; более 50
Сопротивление изоляции обмоток при рабочей температуре, МОм		Не менее 20	Не менее 20	Менее 0,5
Якорь тягового электродвигателя				
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм		400^{+2}_{-1}	402,0…382,0	Менее 382,0
Глубина продорожки миканита коллектора, мм		$1^{+0.5}$	1,0…1,5	Менее 0,5; более 1,5
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего кольца подшипника, мм	со стороны привода	$160^{+0,052}_{+0,027}$	160,024	Менее 160,024
	со стороны коллектора	$85^{+0,045}_{+0,023}$	85,02	Менее 85,02
Натяг внутреннего кольца подшипника при посадке на вал, мм	со стороны привода	0,035…0,065	0,03…0,07	Менее 0,030; более 0,007
	со стороны коллектора	0,03…0,06	0,03…0,07	Менее 0,03; более 0,07

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины		
		При изготовлении	При выпуске из СР	При выпуске из ТР-3 и в эксплуатации
Якорь тягового электродвигателя				
Внутренний диаметр кольца подшипника для насадки на вал, мм	со стороны привода	$162^{+0,068}_{+0,043}$	152…150,5	Менее 150
	со стороны коллектора	$90^{+0,059}_{+0,037}$	–	Менее 90,03
Внутренний зазор между роликом и внутренним кольцом нового подшипника в свободном состоянии, мм	со стороны привода	0,15…0,185	0,15…0,185	Менее 0,15; более 0,185
	со стороны коллектора	0,105…0,125	0,105…0,125	Менее 0,1; более 0,125
Радиальный зазор между роликом и внутренним кольцом подшипника в собранной машине, мм	со стороны привода	0,09…0,165	0,09…0,25	Более 0,5
	со стороны коллектора	0,05…0,11	0,05…0,19	Более 0,2
Разность радиальных зазоров в подшипниках в свободном состоянии, мм	со стороны привода	Не более 0,08	0,12	Более 0,12
	со стороны коллектора	Не более 0,05	0,1	Более 0,1
Торцевое биение наружного кольца подшипника в собранном электродвигателе, мм	со стороны привода	Не более 0,12	0,12	Более 0,15
	со стороны коллектора	Не более 0,1	0,1	Более 0,12

Нормы допусков, износов и контролируемых величин тягового электродвигателя ДАТ-510

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР-1	ТР-2	ТР-3
Тяговый двигатель в сборе					
Торцовое биение наружного кольца подшипника, мм	со стороны, противоположной приводу	Не более 0,1	–	–	Более 0,15
	со стороны привода	Не более 0,12	–	–	Более 0,18
Радиальный зазор между роликом и внутренним кольцом подшипника, мм	со стороны, противоположной приводу	Не менее 0,05	–	–	Менее 0,05; более 0,24
	со стороны привода	Не менее 0,09	–	–	Менее 0,09; более 0,29
Натяг внутреннего кольца подшипника при посадке на вал, мм	со стороны, противоположной приводу	0,023...0,065	–	–	Менее 0,02; более 0,065
	со стороны привода	0,027...0,077	–	–	Менее 0,024; более 0,077
Осевой разбег ротора, мм		0,2...0,45	–	–	Менее 0,15; более 1,0
Величина вибрационной эффективной скорости, мм/с		Не более 4,0	–	–	Более 4,0
Сопротивление изоляции обмотки статора, МОм	в холодном состоянии	Не менее 20	Менее 1,0		Менее 10
	в горячем состоянии	Не менее 2,5	Менее 1,0		
Ротор					
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего кольца подшипника, мм	со стороны, противоположной приводу	$85^{+0,045}_{+0,023}$	–	–	Менее 85,02
	со стороны привода	$85^{+0,052}_{+0,027}$	–	–	Менее 160,024
Диаметр вала под посадку внутреннего уплотнительного кольца, мм	со стороны, противоположной приводу	$90^{+0,059}_{+0,037}$	–	–	Менее 90,03
	со стороны привода	$162^{+0,068}_{+0,043}$	–	–	Менее 162,04

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР-1	ТР-2	ТР-3
Ротор					
Диаметр вала под посадку наружного уплотнительного кольца, мм	со стороны, противоположной приводу	$140^{+0,117}_{+0,092}$	–	–	Менее 140,09
	со стороны привода	$90^{+0,035}$	–	–	Более 90,04
Площадь прилегания калибра к поверхности конуса при проверке конусного конца вала, %		Не менее 80	–	–	Менее 75
Допустимый остаточный дисбаланс в каждой плоскости коррекции, г · мм		1800	–	–	Более 4000
Статор обмотанный					
Диаметр расточки горловин корпуса для посадки подшипникового щита, мм	со стороны, противоположной приводу	$675^{+0.08}$	–	–	Более 675,1
	со стороны привода	$660^{+0,08}$	–	–	Более 660,1
Щиты подшипниковые					
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита в корпус, мм	со стороны, противоположной приводу	$675^{+0,13}_{+0,05}$	–	–	Менее 675,04
	со стороны привода	$660^{+0,13}_{+0,05}$	–	–	Менее 660,04
Диаметр отверстия подшипникового щита под посадку подшипника, мм	со стороны, противоположной приводу	$210^{+0,023}$	–	–	Более 210,04
	со стороны привода	$340^{+0.023}$	–	–	Более 340,05
Радиальный зазор между роликом и внутренним кольцом подшипника, мм	со стороны, противоположной приводу	0,145…0,165	–	–	Более 0,25
	со стороны привода	0,185…0,21	–	–	Более 0,31
Разность радиальных зазоров в подшипниках, мм		Не более 0,08	–	–	Более 0,08
Внутренний диаметр наружного уплотнительного кольца, мм		$162^{+0,04}$	–	–	Более 162,05

Нормы допусков, износов и контролируемых величин стартер-генератора 5 СГ

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР-1	ТР-2	ТР-3
Стартер–генератор в сборе					
Радиальное биение коллектора в собранной машине, мм	в холодном состоянии	Не более 0,02	–	–	Более 0,03
	в горячем состоянии	Не более 0,04	–	–	Более 0,06
Разность радиальных биений коллектора в холодном и горячем состоянии, мм		Не более 0,02			Более 0,03
Допустимая выработка коллектора, мм		–	Более 3,5		
Расстояние от боковой поверхности щеткодержателя до петушков коллектора, мм		10±2	–	–	Менее 8,0;
Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью коллектора, мм		$1{,}5^{+0{,}5}$	Менее 1,5; более 2,0		
Нажатие пружин на щетки, Н		18±2	Менее 18		
Радиальный размер щетки без резинового амортизатора, мм		57±0,8	Менее 28		–
Зазор между боковыми сторонами щетки и стенками обоймы щеткодержателя, мм	по тангенциальному размеру	0,08…0,25	Менее 0,04; более 0,5		
	по аксиальному размеру	0,1…0,3	Менее 0,05; более 0,8		
Контактная поверхность притирки щетки к коллектору, %		Не менее 80	–	–	Менее 75
Местные сколы кромок у контактной поверхности щетки, %		Не более 5	Более 10		
Осевой разбег якоря, мм		0,2…0,4	–	–	Менее 0,15; более 1,0
Сопротивление изоляции, МОм	в холодном состоянии	Не менее 40	Менее 2		Менее 40
	в горячем состоянии	Не менее 5	Менее 2		
Якорь					
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм		$200^{+1{,}0}_{+0{,}6}$	–		Менее 193
Внутренний диаметр внутреннего уплотнительного кольца, мм	со стороны коллектора	$78^{+0{,}19}$	–		Более 78,2
	со стороны, противоположной коллектору	$92^{+0{,}22}$	-		Более 92,3

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР-1	ТР-2	ТР-3
Якорь					
Площадь прилегания калибра к поверхности конуса, %		Не менее 80	–		Менее 75
Допустимый остаточный дисбаланс в каждой плоскости коррекции, г · мм		350	–		Более 400
Глубина продорожки канавок между коллекторными пластинами, мм		1,5±0,3		Менее 0,5; более 1,8	
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего кольца подшипника, мм	со стороны коллектора	$65^{+0,03}_{+0,011}$	–	–	Менее 65,011
	со стороны, противоположной коллектору	$75^{+0,03}_{+0,011}$	–	–	Менее 75,011
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего уплотнительного кольца, мм	со стороны коллектора	$78^{+0,203}_{+0,39}$	–	–	Менее 77,6
	со стороны, противоположной коллектору	$92^{+0,22}_{+0,44}$	–	–	Менее 91,56
Диаметр вала под посадку наружного уплотнительного кольца, мм	со стороны, противоположной коллектору	$70^{+0,021}_{+0,002}$	–	–	Менее 70
Магнитная система					
Расстояние между полюсами по диаметру на оси сердечника, мм	главными	298±0,5	–	–	Менее 297,5; более 298,5
	добавочными	307±0,5	–	–	Менее 306,5; более 307,5
Разница между расстояниями от главного и до добавочного полюса, мм		±1,0	–	–	Более 1,0
Диаметр расточки горловин корпуса для посадки подшипниковых щитов, мм		$530^{+0.070}$	–	–	Более 530,1
Подшипниковые щиты					
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита в корпус, мм		$530_{+0.07}$	–	–	Менее 530
Диаметр отверстия подшипннкового щита под посадку подшипника, мм	со стороны коллектора	$140^{+0.04}$	–	–	140,04
	со стороны, противоположной коллектору	$160^{+0.04}$	–	–	160,04

Нормы допусков, износов и контролируемых величин электродвигателя ДПТ-25

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины: При изготовлении	Браковочный размер: ТР-1	ТР-2	ТР-3
Стартер–генератор в сборе					
Радиальное биение коллектора в собранной машине, мм	в холодном состоянии	Не более 0,02	–	–	Более 0,03
	в горячем состоянии	Не более 0,04	–	–	Более 0,06
Разность радиальных биений коллектора в холодном и горячем состоянии, мм		Не более 0,02			Более 0,03
Допустимая выработка коллектора, мм		–	Более 0,25		
Расстояние от боковой поверхности щеткодержателя до петушков коллектора, мм		10±2	–	–	Менее 8,0
Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью коллектора, мм		3±1	Менее 2,0; более 4,0		
Нажатие пружин на щетки, Н		18±2	Менее 18		
Радиальный размер щетки без резинового амортизатора, мм		57±0,8	Менее 28		–
Зазор между боковыми сторонами щетки и стенками обоймы щеткодержателя, мм	по тангенциальному размеру	0,08…0,254	Менее 0,04; более 0,5		
	по аксиальному размеру	0,1…0,3	Менее 0,05; более 0,8		
Контактная поверхность притирки щетки к коллектору, %		Не менее 80	Менее 75		
Местные сколы кромок у контактной поверхности щетки, %		Не более 5	Более 10		
Осевой разбег якоря, мм		0,2…0,4	–	–	Менее 0,15; более 1,0
Сопротивление изоляции, МОм	в холодном состоянии	Не менее 40	Менее 2		Менее 40
	в горячем состоянии	Не менее 5	Менее 2		
Якорь					
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм		$200^{+1,0}_{+0,5}$	–		Менее 193
Внутренний диаметр внутреннего уплотнительного кольца, мм	со стороны коллектора	$80^{+0,19}$	–		Более 80,2
	со стороны, противоположной коллектору	$78^{+0,19}$	–		Более 78,2

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР-1	ТР-2	ТР-3
Якорь					
Площадь прилегания калибра к поверхности конуса, %		Не менее 80	–		Менее 75
Допустимый остаточный дисбаланс в каждой плоскости коррекции, г · мм		350	–		Более 400
Глубина продорожки канавок между коллекторными пластинами, мм		1,5±0,3		Менее 0,5; более 1,8	
Диаметр шейки вала под посадку виутреинего кольца подшипника, мм	со стороны коллектора	$70^{+0,03}_{+0,011}$	–	–	Менее 70,011
	со стороны, противоположной коллектору	$70^{+0,03}_{+0,011}$	–	–	Менее 70,011
Диаметр шейки вала под посадку внутреинего уплотнительиого кольца, мм	со стороны коллектора	$78^{+0,20}_{+0,39}$	–	–	Менее 77,6
	со стороны, противоположиой коллектору	$78^{+0,36}_{+0,55}$	–	–	Менее 77,45
Диаметр вала под посадку наружного уплотнительного кольца, мм	со стороиы, противоположной коллектору	$70^{+0,36}_{+0,55}$	–	–	Менее 69,45
Магнитная система					
Расстояние между полюсами по диаметру на оси сердечника, мм	главными	250±0,5	–	–	Менее 249,5
	добавочными	256±0,5	–	–	Менее 255,5
Разница между расстояниями от главного и до добавочного полюса, мм		±1,0	–	–	Более 1,0
Диаметр расточки горловин корпуса для посадки подшипниковых щитов, мм		$470^{+0,063}$	–	–	Более 470,1
Подшипниковые щиты					
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита в корпус, мм		$470^{+0,045}_{+0,05}$	–	–	Менее 470
Диаметр отверстия подшипникового щита под посадку подшипника, мм		$150^{+0,02}$	–	–	150,03

Нормы допусков, износов и контролируемых величин электродвигателя 4 ПНЖ 200 МА

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР–1	ТР–2	ТР–3
Электродвигатель в сборе					
Радиальное биение коллектора в собранной машине, мм	в холодном состоянии	Не более 0,02	–	–	Более 0,03
	в горячем состоянии	Не более 0,04	–	–	Более 0,06
Разность радиальных биений коллектора в холодном и горячем состоянии, мм		Не более 0,02			Более 0,03
Допустимая выработка коллектора, мм		–	Более 3,5		
Расстояние от боковой поверхности щеткодержателя до петушков коллектора, мм		10±2	–	–	Менее 8,0
Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью коллектора, мм		2+1	Менее 2,0; более 3,0		
Нажатие пружин на щетки, Н		18±2	Менее 18		
Радиальный размер щетки без резинового амортизатора, мм		32±0,8	Менее 17		–
Зазор между боковыми сторонами щетки и стенками обоймы щеткодержателя, мм	по тангенциальному размеру	0,08…0,25	Менее 0,04; более 0,5		
	по аксиальному размеру	0,1…0,3	Менее 0,05; более 0,8		
Контактная поверхность притирки щетки к коллектору, %		Не менее 80	Менее 75		
Местные сколы кромок у контактной поверхности щетки, %		Не более 5	Более 10		
Осевой разбег якоря, мм		0,2…0,4	–	–	Менее 0,15; более 1,0
Сопротивление изоляции, МОм	в холодном состоянии	Не менее 40	Менее 2		Менее 40
	в горячем состоянии	Не менее 5	Менее 2		
Якорь					
Диаметр рабочей поверхности коллектора, мм		160	–		Менее 153
Внутренний диаметр внутреннего уплотнительного кольца, мм	со стороны коллектора	$64^{+0,19}$	–		Более 64,2
	со стороны, противоположной коллектору	$64^{+0,19}$	–		Более 64,2
Площадь прилегания калибра к поверхности конуса, %		Не менее 80	–		Менее 75

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР–1	ТР–2	ТР–3
Якорь					
Допустимый остаточный дисбаланс в каждой плоскости коррекции, г · мм		300	–		Более 300
Глубина продорожки канавок между коллекторными пластинами, мм		1,0±0,3		Менее 0,5; более 1,8	
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего кольца подшипника, мм	со стороны коллектора	$55^{+0,03}_{+0,011}$	–	–	Менее 55,011
	со стороны, противоположной коллектору	$55^{+0,03}_{+0,011}$	–	–	Менее 55,011
Диаметр шейки вала под посадку внутреннего уплотнительного кольца, мм	со стороны коллектора	$64^{+0,34}_{+0,53}$	–	–	Менее 63,47
	со стороны, противоположной коллектору	$64^{+0,34}_{+0,53}$	–	–	Менее 63,47
Диаметр вала под посадку наружного уплотнительного кольца, мм	со стороны, противоположной коллектору	$55^{+0,34}_{+0,53}$	–	–	Менее 55,00
Магнитная система					
Расстояние между полюсами по диаметру на оси сердечника, мм	главными	206±0,5	–	–	Менее 205,5; более 206,5
	добавочными	210±0,5	–	–	Менее 208,5; более 209,5
Разница между расстояниями от главного и до добавочного полюса, мм		±1,0	–	–	Более 1,0
Диаметр расточки горловин корпуса для посадки подшипниковых щитов, мм		$338^{+0,089}$	–	–	Более 338,1
Подшипниковые щиты					
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита в корпус, мм		$338_{-0,057}$	–	–	Менее 337,9
Диаметр отверстия подшипникового щита под посадку подшипника, мм		$120^{+0,035}$	–	–	120,04

Нормы допусков, износов и контролируемых величин синхронного возбудителя ВСТ 26-3300

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлении	Браковочный размер		
			ТР–1	ТР–2	ТР–3
Возбудитель в сборе					
Радиальное биение контактных колец в собранной машине, мм	в холодном состоянии	Не более 0,02	–	–	Более 0,03
	в горячем состоянии	Не более 0,03	–	–	Более 0,04
Разность радиальных биений коллектора в холодном и горячем состоянии, мм		Не более 0,01			Более 0,02
Зазор между щеткодержателем и рабочей поверхностью контактного кольца, мм		2±1	Менее 2,0; более 3,0		
Нажатие пружин на щетки, Н		18±2	Менее 14		
Радиальный размер щетки, мм		57±0,8	Менее 17		–
Зазор между боковыми сторонами щетки и стенками обоймы щеткодержателя, мм	по тангенциальному размеру	0,08…0,25	Менее 0,08; более 0,5		
	по аксиальному размеру	0,1…0,3	Менее 0,1; более 0,6		
Контактная поверхность притирки щетки к коллектору, %		Не менее 75	Менее 75		
Местные сколы кромок у контактной поверхности щетки, %		Не более 5	Более 10		
Расстояние от торцовой поверхности контактного кольца до щетки, мм		2±0,5	Менее 1,5		
Сопротивление изоляции обмоток в холодном состоянии, МОм		Не менее 40	Менее 0,5		Менее 20
Якорь					
Диаметр контактных колец, мм		$175_{-1,0}$	Менее 159		
Диаметр шеек вала под посадку внутренних колец подшипников, мм		$70^{+0,021}_{+0,002}$	–		Менее 70,002; более 70,021
Овальность и конусообразность шеек вала под посадку подшипников, мм		Не более 0,01	–		Более 0,01
Радиальное биение конусного конца вала относительно оси вращения, мм		Не более 0,03	–		Более 0,03
Торцевое биение уплотнительных колец относительно оси, мм		Не более 0,012	–		Более 0,012
Площадь прилегания калибра к поверхности конуса, %		Не менее 75	–		Менее 75

Наименование контролируемой величины		Значение контролируемой величины			
		При изготовлеиии	Браковочный размер		
			ТР–1	ТР–2	ТР–3
Якорь					
Допустимый остаточиый дисбаланс якоря, Н м		Не более $4{,}9 \cdot 10^{-3}$	–		Более $4{,}9 \cdot 10^{-3}$
Магнитная система					
Диаметр расточки станин для посадки подшипниковых щитов, мм		$434^{+0{,}155}$	–		Более 434,2
Овальиость расточки горловин станины для посадки подшипниковых щитов, мм		Не более 0,2	–		Более 0,35
Диаметры посадочных поверхностей подшипниковых щитов для посадки в станину, мм		$434^{+0{,}068}_{+0{,}005}$	–		Менее 434,004
Составные части подшипников					
Радиальное биение посадочных поверхностей для посадки подшипниковых щитов в станину, мм		Не более 0,05	–		Более 0,05
Диаметр отверстий подшипниковых щитов под посадку подшипников, мм	со стороны привода	$150^{+0{,}04}$	–		Более 150,045
	со стороны контактных колец	$150^{+0{,}026}_{-0{,}014}$	–		Более 150,03
Овальность и конусообразность отверстий под посадку подшипников, мм		Не более 0,02	–		Более 0,025
Внутренний диаметр кольца подшипника для посадки на вал, мм		$70_{-0{,}012}$	–	–	–
Натяг внутрениих колец подшипников, мм		0,01…0,03	–		Менее 0,01; более 0,03
Радиальный зазор подшипника в свободном состоянии, мм		Менее 0,029; более 0,055	–		Более 0,075

Нормы допусков, износов и контролируемых величин асинхронного электродвигателя АНЭ 225L4

Наименование контролируемой величины	Значение контролируемой величины			
	При изготовлении	Браковочный размер		
		ТР–1	ТР–2	ТР–3
Статор				
Диаметр посадочной поверхности горловин под подшипниковый щит, мм	407±0,031	–	–	Более 408
Овальность посадочной поверхности горловин статора под подшипниковые щиты, мм	0,08	–	–	Более 0,2
Диаметр отверстий в лапах станины для установки, мм	$28^{+0.52}$	–	–	Более 29
Подшипниковые щиты				
Диаметр посадочной поверхности подшипникового щита для посадки в станину, мм	$407^{+0,097}$	–	–	Менее 407
Натяг подшипниковых щитов при посадке в горловину, мм	+0,031… –0,128	–	–	Более 0,031
Толщина подшипникового щита по оси крепления болтов, мм	20±0,5	–	–	Менее 19,5
Диаметр горловины под посадку подшипника, мм	$160^{+0,04}$			Более $160^{+0,05}$
Овальность и конусообразность гнезда под посадку подшипника, мм	0,02	–	–	Более 0,02
Натяг при посадке подшипников, мм	0…– 0,065	–	–	Менее 0,065
Диаметр отверстия к крышке для крепления к подшипниковому щиту	М8	–	–	М10
Толщина крышек по оси отверстий для крепления, мм	$12,5^{-0,07}$	–	–	Более 12,5
Диаметр посадочной поверхности крыши, мм	$160^{-0,043}_{-0,143}$	–	–	Менее $160_{-0,143}$
Ротор				
Диаметр шее вала в месте посадки подшипников, мм	$75^{+0,021}_{+0,002}$	–	–	Менее 75
Диаметр шейки вала в месте посадки уплотнительных колец, мм	$76^{+0,051}_{+0,032}$	–	–	Менее 76
Диаметр шейки вала в месте посадки приводимого механизма, мм	$65^{+0,030}_{+0,011}$	–	–	Менее 65
Внутренний диаметр уплотнительных колец для посадки на вал, мм	$76^{+0,03}$	–	–	Более $76^{+0.05}$
Диаметр упорного кольца для посадки на вал, мм	$90^{-0,080}_{-0,140}$	–	–	Более 90

Наименование контролируемой величины	Значение контролируемой величины			
	При изготовлении	Браковочный размер		
		ТР–1	ТР–2	ТР–3
Ротор				
Биение вала по шейкам, мм	0,02	–	–	Более 0,02
Электродвигатель в сборе				
Радиальный зазор в подшипниках, мм	–	–	–	Более 0,055
Осевой разбег ротора, мм	–	–	–	Более 0,4
Воздушный зазор между ротором и статором, мм	1,30…1,275			Более 1,3
Отклонение между наибольшим и наименьшим зазорами, мм	±30 %	–	–	Более 30 %

Рекомендуемая литература

1. *Винокуров В.А., Попов Д.А.* Электрические машины железнодорожного транспорта: Учебник для вузов. — М.: Транспорт, 1986. — 511 с.

2. *Вольдек А.И.* Электрические машины. — Л.: Энергия, 1978. — 832 с.

3. *Грищенко А.В., Стрекопытов В.В.* Электрические машины и преобразователи подвижного состава: Учебник для студ. средн. проф. образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 320 с.

4. *Захарченко Д.Д., Ротанов Н.А., Горчаков Б.В.* Тяговые электрические машины и трансформаторы. — М.: Транспорт, 1979. — 303 с.

5. *Иванов-Смоленский А.В.* Электрические машины. — М.: Энергия, 1980. — 928 с.

6. Проектирование тяговых электрических машин / М.Д. Находкин, Г.В.Василенко, В.И.Бочаров; Под ред. М.Д. Находкина. — М.: Транспорт, 1976. — 624 с.

7. *Стрекопытов В.В., Грищенко А.В., Кручек В.А.* Электрические передачи локомотивов: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2003. — 310 с.

8. ГОСТ 12232-89. Щетки для электрических машин.

9. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов, категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

10. ГОСТ 183-74. Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия.

11. ГОСТ 21427-83. Сталь электротехническая тонколистовая.

12. ГОСТ 2582-81. Машины электрические вращающиеся тяговые. Общие технические условия.

13. ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

14. ГОСТ 30631-99. Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним факторам при эксплуатации.

15. Руководство по среднему и капитальному ремонту электрических машин тепловозов РД 103.11.321—2004. — М., 2004. — 180 с.

16. Руководство по среднему и капитальному ремонту электрических машин электровозов РД 103.11.320—2004. — М., 2004. — 192 с.

Оглавление

Учебное издание

Грищенко Александр Васильевич
Козаченко Евгений Владимирович

НОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ЛОКОМОТИВОВ

Учебное пособие
для вузов

Редактор *Л.П. Чарноцкая*
Корректор *И.Ф. Солодкова*
Компьютерная верстка *А.Н. Рудякова*

Подписано в печать 19.06.2008 г.
Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Печ. л. 17,0. Тираж 1500 экз. Заказ 3693.
ГОУ «Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»
107078, Москва, Басманный пер., д. 6
Тел.: +7 (495) 262-12-47, e-mail: marketing@umczdt.ru;
http://www.umczdt.ru

ООО «Издательский дом «Транспортная книга»
109202, Москва, Перовское шоссе, д. 9, стр. 1

Отпечатано в ОАО «Ивановская областная типография».
153008, г. Иваново, ул. Типографская, 6. E-mail: 091-018@rambler.ru